

미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기

R&D 프로그램 기획 연구

(A Study on the Mid- and Long-Term R&D Program for
Securing Prospective Generic Technology)

연구기관 : 글로벌혁신경제학회

2017. 4. 23.

미 래 창 조 과 학 부

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 미래창조과학부의 공식견해가
아님을 알려드립니다.

미래창조과학부 장관 최 양 희

제 출 문

미 래 창 조 과 학 부 장 관 귀하

본 보고서를 “ 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구 ”의 최종보고서로 제출합니다.

2017 . 4 . 23 .

목차

1. 서론	1
2. 국내 주요 R&D 프로그램의 현황과 특성	11
2.1. 한국 R&D 프로그램 발전 특성	11
2.2. 국내 R&D 프로그램 운영현황 및 특성	13
2.2.1. G7 등 대형 국가연구개발사업 발전 과정	13
2.2.2. 21세기 프론티어 사업	15
2.2.3. 글로벌프론티어 사업	21
2.2.4. 중소기업을 대상 기술혁신개발지원	30
3. 국내 R&D 프로그램 제도 평가	43
3.1. 대형 R&D 사업 운영방식 진단	43
3.1.1. 국가연구개발사업 관리 유형	43
3.1.2. 신규 사업 기획을 위한 시사점	46
3.2. 주요 대형 R&D 프로그램의 성과와 한계	52
3.2.1. G7 사업의 성과	52
3.2.2. 21세기 프론티어 사업성과 분석	54
3.2.3. 글로벌프론티어사업 성과 평가	59
3.2.4. 기초·원천 연구의 경제적 성과	63
3.2.4. 성과 제도 개선 관련 시사점	66
4. 해외 R&D 벤치마킹	69
4.1. 주요국 R&D 시스템 및 운영특성	69
4.1.1. 미국	69
4.1.2. 독일	76
4.1.3. 핀란드 (기술혁신재단, Tekes)	84
4.2. 민관 협력 연구프로그램 (R&D Public Private Partnerships)	88
4.2.1. Horizon 2020과 R&D PPPs	88
4.2.2. 협약형 R&D PPPs 사례(cPPPs)	90
4.2.3. JTI (Joint Technology Initiatives)	99
4.2.4. AMP (Accelerating Medicines Partnership(AMP))	103
4.2.5. 영국 (Research Partnership Investment Fund)	107
4.3 시사점	110

5. 4차 산업혁명	113
5.1. 개요	113
5.2. 4차 산업혁명에 따른 산업변화	116
5.3. 주요국의 4차 산업혁명 대응 정책 현황 분석	117
5.3.1 독일	117
5.3.2 미국	122
5.3.3 일본	123
5.3.4 중국	125
5.3.5. 한국의 4차산업혁명 대응과 한계	127
5.3.6 시사점	132
6. 신규 R&D 프로그램 추진 유형 분석	135
6.1. 민관협력형(R&D PPPs) 방식	135
6.1.1. R&D PPPs의 개념	135
6.1.2. R&D PPPs의 주요 유형 분석	135
6.2. 사회문제 해결형 R&D사업	138
6.2.1. 사회문제 해결형 R&D 사업의 필요성	138
6.2.2. 사회문제 해결형 R&D의 개념 및 유형	139
6.2.3. 일반 R&D와 구별되는 사회문제 해결형 R&D사업의 특성	140
6.3. 사용자 참여형 혁신모델 리빙랩(Living Lab)	142
6.3.1. 리빙랩의 등장배경 및 개요	142
6.3.2. 리빙랩의 사례 및 운영 과정	144
6.3.3. 리빙랩의 의의	145
6.4. 종합	146
7. 신규 대형 중장기 R&D 사업 모델 추진 방안	148
7.1. 신규 추진 사업의 기본 방향	148
7.2 새로운 환경 변화와 정부 R&D 변화의 필요성	150
7.2.1. 사회구조 변화에 따른 경제적 측면	151
7.2.2. 사회구조 변화에 따른 사회비용적 측면	152
7.2.3. 환경문제 측면	153
7.2.4. 연구개발투자의 생산성 부진	153
7.3 대형연구개발 프로그램의 필요성과 특성	155
7.4 Public Private Partnerships 방식 도입 방안	156
7.4.1. R&D PPPs 도입 기대효과	156
7.4.2 National R&D PPPs의 운영방식	157
7.4.3. 사업 관리 시스템	158

7.4.4. R&D PPPs의 사전기획 및 실행절차	161
7.5. 법적 제도적 준비사항	162
7.5.1 배경 및 필요성	162
7.5.2. 민관 협력 연구개발의 의의	162
7.5.3. 특별법 제정의 필요성과 요건	163
8. 원천기술 R&D 투자의 파급효과 및 경제적 타당성 분석	168
8.1. R&D투자의 거시경제적 파급효과	168
8.1.1. 정부 연구개발투자(R&D투자) 확대의 타당성	168
8.1.2. 우리나라 R&D투자의 현황	168
8.1.3. R&D투자가 경제에 미치는 영향	170
8.2. R&D투자에 대한 경제적 타당성 분석	175
8.2.1 분석의 전제조건	175
8.2.2 기초 R&D에 대한 편익	176
8.2.3 응용·개발 R&D 투자 편익	178
8.2.4 경제적 편익 종합	183
8.2.5 비용-편익 분석 결과	184
9. 국내·외 유망기술·산업 도출 사례 연구	186
9.1. 유망아이템 선정에 위한 주요 기준	186
9.2. 한국의 미래유망기술	187
9.3. 일본의 유망 산업과 기술	189
9.4. 미국의 유망 기술	200
10. 맺는말	202
부 록	206

[표 차 례]

<표 1-1> 지식경쟁력 강화를 위한 선진국 전략	1
<표 1-2> 대형·중장기 국가연구개발사업 비교	3
<표 1-3> 21세기 프런티어사업의 논문·특허·기술이전 성과	5
<표 1-4> R&D PPP (R&D Public-Private Partnerships) 해외사례	5
<표 1-5> 글로벌프런티어 사업의 개요	7
<표 1-6> 개방형 혁신과 연구개발의 연구 성과	9
<표 2-1> R&D의 단계별 특성과 변화 발전	12
<표 2-2> 대형 국가연구개발사업 추진연혁	13
<표 2-3> 21세기 프론티어 사업 추진전략	15
<표 2-4> 21세기 프론티어 사업 추진과정	17
<표 2-5> 21세기 프론티어 사업 선정기준	18
<표 2-6> 21세기 프론티어 사업의 사업단장 선정기준	19
<표 2-7> 21세기 프론티어 사업 평가절차	21
<표 2-8> 글로벌프런티어 사업 추진전략	22
<표 2-9> 글로벌프런티어 사업 추진과정	23
<표 2-10> 국가연구개발사업 예비타당성 조사 검토 항목	24
<표 2-11> 글로벌프런티어 사업의 사업단장 선정기준	26
<표 2-12> 글로벌프런티어 사업의 자체평가와 상위평가 비교	28
<표 2-13> 글로벌프런티어 사업 추진주체별 역할	29
<표 2-14> 사업별 비목별 예·결산 내역	31
<표 2-15> 국가재정운용계획상 연도별 투자계획	31
<표 2-16> 글로벌 전략기술개발의 사업집행절차	32
<표 2-17> 혁신기업기술개발의 사업집행절차	35
<표 2-18> 기업서비스연구개발의 사업집행절차	37
<표 2-19> 성과계획서 상 성과지표 및 최근 5년간 성과 달성도	40
<표 2-20> 성과지표 이외의 연도별 사업추진 경과 및 실적	40
<표 3-1> 사업단 및 연구단 사업추진방식 비교	47
<표 3-2> 사업단 형태로 운영되는 국가연구개발사업 현황	48
<표 3-3> 연구단 형태로 운영되는 국가연구개발사업 현황	50
<표 3-4> G7사업의 세부사업별 생산유발액 및 부가가치 유발액	53
<표 3-5> G7 사업 참여에 따른 순편익	54
<표 3-6> 개별 사업단 평가 점수	54
<표 3-7> 21세기 프론티어 사업의 학술적·기술적 성과	56
<표 3-8> 21세기 프론티어 사업의 경제적·사회적 성과	57
<표 3-9> 공공연구기관 누적기술이전 현황	57
<표 3-10> 부처별 연구개발 사업 기술료 징수액 현황	58
<표 3-11> 글로벌프런티어 사업 참여 성과 현황	59

<표 3-12> 글로벌프론티어 사업의 운영 철학(4G)	61
<표 3-13> 「글로벌프론티어 운영관리지침」 상의 연구 성과 관련 사항	61
<표 3-14> 한국의 경제성장률 기여도 분해 및 연구개발투자의 효과	64
<표 3-15> 지식스톡이 국가단위 총요소생산성에 미친 과급효과	65
<표 3-16> R&D 투자(flow) 및 스톡(stock)이 산업단위 총요소생산성에 미친 과급효과	65
<표 3-17> 양성자가속기 사업의 경제적 편익	66
<표 4-1> ‘잠재적인 혜택’이라는 기준에서의 등급의 정의	73
<표 4-2> ‘NASA의 목표 및 목적과 일치’라는 기준에서 세부기준과 등급의 정의	74
<표 4-3> ‘다양한 기술이 가져올 수 있는 위험 및 도전’이라는 기준에서 세부기준과 등급의 정의	74
<표 4-4> 각 영역별 추진계획 및 목표	81
<표 4-5> 지역별 핵심 R&D 분야	82
<표 4-6> 핀란드 과학기술혁신정책의 진화와 조정기구	85
<표 4-7> Takes의 R&D프로그램	86
<표 4-8> 9개의 사무국: Parent DG	88
<표 4-9> EU의 R&D PPPs 유형과 대표 사업	90
<표 4-10> FoF의 주요 연구 분야	95
<표 4-11> FoF 양해각서(MOU): 정부와 민간	97
<표 4-12> 주요 참여자 및 역할	102
<표 4-13> AMP 분야별 참여 기관	103
<표 4-14> 연구 분야 별 자금지원	105
<표 4-15> AMP의 성과	105
<표 4-16> UKRPIF 개요	107
<표 5-1> 4차 산업혁명의 태동	113
<표 5-2> 4차 산업혁명의 전개	114
<표 5-3> 4차 산업혁명의 경쟁력 기반	116
<표 5-4> 4차 산업혁명시대의 예상되는 변혁(예시)	117
<표 5-5> 제조업의 혁신 단계 비교	119
<표 5-6> Industry 4.0 구현을 위한 과제	120
<표 5-7> Industry 4.0 이 가져오는 진화 방향	121
<표 5-8> 기존의 Industry 4.0과 Plattform Industries 4.0 비교	122
<표 5-9> 한국과 싱가포르의 경제성장률 및 서비스산업 비중 비교	127
<표 5-10> 4차 산업혁명 준비 우수 국가 순위	128
<표 5-11> 혁신역량 제고(예시)	131
<표 5-12> 수요확보 및 투자여건 개선(예시)	131
<표 5-13> SW인력 양성(예시)	131
<표 5-14> 경제구조의 유연성 확립	132
<표 6-1> 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D 비교	139
<표 6-2> 사회문제 해결형 R&D사업 유형 분류	140

<표 6-3> 일반 R&D와 사회문제 해결형 R&D사업 비교	141
<표 6-4> 사회문제 해결형 R&D사업의 핵심 요소	142
<표 6-5 > 리빙랩 구분	145
<표 6-6> 리빙랩의 운영 과정	145
<표 7-1> 미래지향적 R&D 프로그램의 특성	150
<표 7-2> 인구구조 별 인구수 및 부양비	151
<표 7-3> 한국과 미국의 연구생산성 비교	154
<표 7-4> 신규사업 평가관리시스템 개념(안)	160
<표 7-5> 민관협력 연구개발 관련 법령 현황	163
<표 8-1> 주요국의 GDP 대비 R&D투자 비중	169
<표 8-2> 주요국의 전체 R&D투자 대비 정부 R&D투자 비중	169
<표 8-3> 우리나라의 산업별 연구개발비 비중	172
<표 8-4> 우리나라의 산업별 R&D투자 및 부가가치유발계수	173
<표 8-5> 연구개발단계별 투자 비중 추이(2011~2015년)	176
<표 8-6> 투자부문별 R&D 연차별 투자금액	176
<표 8-7> 기초R&D 비용과 편익	178
<표 8-8> 사업화 성공의 정의	179
<표 8-9> 전체산업 기준 시 연구개발 투자(정부출연금) 대비 매출액	180
<표 8-10> 최초 매출 발생 시기 분포	180
<표 8-11> 2003년도 종료과제의 사업화 매출 지속연수	181
<표 8-12> 제조업 부가가치율	182
<표 8-13> 응용·개발 R&D의 비용 및 편익	182
<표 8-14> R&D에 따른 총편익	183
<표 8-15> R&D 비용 및 편익 흐름과 현재가치화 금액	184
<표 9-1> 아이템 선정시 고려해야 할 신규프로그램 주요 특징 (예시)	187
<표 9-2> 2017 미래유망기술 도출(안)	188
<표 9-3> 해외 플레이어의 최근 동향	191
<표 9-4> 주요 검토사항	193
<표 9-5> 국민의 전략적 대응에 대한 논의	194
<표 9-6> IoT 관계 입증 예산	196
<표 9-7> 차세대 인공 지능 기술 연구 개발 관련 로드맵 및 예산편성	197
<표 9-8> 미국이 향후 주목하는 과학 기술	201

[그림 차례]

[그림 1-1] G7, 21세기프런티어 및 글로벌프런티어	2
[그림 1-2] 국가연구개발사업 전체 대비 21세기 프런티어사업 성과	4
[그림 1-3] 글로벌프런티어 사업의 개념 및 추진전략	8
[그림 2-1] 각 대형 국가연구개발사업의 포지셔닝	15
[그림 2-2] 글로벌프런티어 사업 추진흐름	23
[그림 2-3] 글로벌프런티어 사업 선정기준	25
[그림 2-4] 글로벌프런티어 사업 기획 흐름	27
[그림 2-5] 사업단 운영체계	29
[그림 3-1] 국가연구개발사업 추진체계 유형	44
[그림 4-1] 전략목표와 연간 상과목표와의 연계	70
[그림 4-2] 전략계획의 계층구조	71
[그림 4-3] 전략계획의 계층구조	72
[그림 4-4] NRC의 연구수행 절차	73
[그림 4-5] SSITP 프레임워크에 적용된 3단계의 기술투자	76
[그림 4-6] 독일의 연구혁신 시스템 구조	78
[그림 4-7] 펀딩과 연구 주체에 따른 독일의 R&D분야 지원	79
[그림 4-8] 연방정부의 부서별 R&D 지출	81
[그림 4-9] Horizon 2020의 실행	89
[그림 4-10] E2BA의 주요 구성원	91
[그림 4-11] E2BA 주요 구성원의 역할	92
[그림 4-12] Horizon 2020 EGVIA R&D PPPs 개념도	93
[그림 4-13] FoF의 PPPs의 조직구조	95
[그림 4-14] FoF PPPs Funding distribution	96
[그림 4-15] AMP 조직도	104
[그림 4-16] UKRPIF 지원 단계	109
[그림 5-1] 4차 산업혁명의 진원지	115
[그림 5-2] 기술의 티핑포인트가 발생할 것으로 예상하는 연도	116
[그림 5-3] 독일의 인더스트리 4.0	118
[그림 5-4] 미국의 제조혁신네트워크	123
[그림 5-5] 일본의 제4차 산업혁명 대응전략	124
[그림 5-6] 향후 경제·사회 시스템 설계 관점	124
[그림 5-7] 중국의 10대 육성산업과 7대 세부목표	126
[그림 5-8] 「대중창업, 만중창신(大衆創業, 萬衆革新)」의 기대성과	126
[그림 5-9] 4차 산업혁명에 대비하기 위한 새로운 경제시스템(예시)	130
[그림 5-10] 정책의 컨버전스 : 경계의 와해, 확장, 통합	133
[그림 5-11] 공공 R&D부분의 전통적 역할	133
[그림 5-12] 공공연구부분의 역할 변화와 전통적 분업구조의 와해	134

[그림 6-1] PPP 유형 1: 재단법인형 PPPs	136
[그림 6-2] PPP 유형 2: 사단법인형 PPPs	137
[그림 6-3] 리빙랩(Living Lab) 개념도	143
[그림 7-1] 총부양비 및 노년부양비 추세	152
[그림 7-2] 연령구간별 1인당 연간진료비	153
[그림 7-3] R&D PPPs의 실행절차(안)	162
[그림 8-1] 우리나라의 연구개발비 추이(1976-2015)	170
[그림 8-2] R&D투자 증가율과 기술 진보율(솔로우 잔차)	175
[그림 9-1] 경제성장 방정식의 변화	189
[그림 9-2] 제4차 산업혁명으로 인한 2가지 영향	190
[그림 9-3] IoT 산업을 향한 경제산업성의 대처	193
[그림 9-4] IoT 추진 컨소시엄	195
[그림 9-5] 생명공학과 디지털 기술의 융합	199
[그림 9-6] 최첨단 생명공학의 영향	199

1. 서론

기초과학 분야의 연구는 파급효과가 크고 원천기술 확보를 위해 필수적인 과정임에도 불구하고 이익의 전유가 어려워 민간에 투자를 맡길 경우 사회적 최적규모에 미치지 못하는 일종의 시장실패 현상이 나타난다는 어려움이 있다. 또한 기술개발의 성공률이 상대적으로 낮고 기간도 중장기로 비교적 길기 때문에 지속적이고 안정적인 투자가 뒷받침되어야만 성과를 기대할 수 있다. 따라서 우리나라에서는 기초과학과 원천기술 개발을 위한 투자의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔으며, 이와 관련한 정부 주도의 사업 또한 지속적으로 실시되어 왔다.

세계 각국에서도 기초·원천연구 투자 확대와 전문 인력 유치경쟁 등 지식경쟁이 가속화되고 있는데, 우리나라의 경우 기존 연구개발 사업의 진행에도 불구하고 원천기술 확보는 미흡한 상황이다. 2008년 기준 한국의 과학기술 수준에 대하여 평가한 결과 세계 1위 기술은 전무한 것으로 나타났으며, '90년대 이후 연평균 10%이상 R&D투자의 양적 성장에도 불구하고 추격형 R&D 추진으로 인해 원천기술 확보가 미흡한 것으로 분석되었다. 또한 기존 R&D사업들이 대부분 제품·공정 중심의 단기적 R&D성과에 집중되어있어 전략적 원천기술을 추구하는 사업의 실시가 미흡하다보니 미래사회에 파급성이 큰 분야의 기술을 개척 및 추진하는 중장기 국가전략사업의 부재가 원천기술¹⁾ 확보 필요성에 대한 주요원인으로 지적되어 왔다.

<표 1-1> 지식경쟁력 강화를 위한 선진국 전략

미국	
유럽	
일본	
중국	

자료 : 글로벌프론티어 사업기획 연구(교육과학기술부, 2009)

1) 원천기술이란 제품 및 서비스 개발에 있어 필수불가결한 독창적 기술로 사회·경제적 부가가치를 지속적으로 창출하고 다양한 기술 분야에 응용이 가능한 기술

더욱이 최근 한국경제는 글로벌 경기의 둔화와 신흥국들의 약진 등 다양한 도전에 직면해 있어 전략적인 연구개발을 통한 돌파구 마련을 꾀하고 있다. 이처럼 불확실한 미래의 무한경쟁사회를 극복하고 경제발전의 근간이 될 전략기술 개발 및 육성의 필요성이 대두됨에 따라 최근에 수행된 글로벌프런티어 사업을 비롯한 대규모 연구개발사업이 정부주도하에 꾸준히 진행되고 있을 뿐만 아니라, 향후 신 성장 동력을 확보하기 위한 글로벌프런티어 사업을 잇는 신규 대형 중장기 국가 R&D사업의 기획 필요성 또한 제기되고 있다.

[그림 1-1] G7, 21세기프런티어 및 글로벌프런티어

자료 : 글로벌프런티어사업 현황(미래창조과학부, 2015)

현재 선진국으로의 도약과 지속적인 경제성장의 동력을 확보하기 위해서는 5대 미래전략 분야(IT, BT, NT, CT, ET)에서 경쟁력이 있는 1등 원천기술을 확보할 필요가 있다. 선진국으로 도약하기 위한 지식 기반 경제시대의 길목에서 과거의 경제성장을 이끌었던 모방 추격형 전략으로는 지속적인 경제성장의 달성은 어렵기 때문이다. 독점적 원천기술이 국가경쟁력을 좌우하는 앞으로의 지식기반 경제시대에서는 경쟁력 있는 원천기술 확보가 필수적이며, 이에 따라 우리나라 또한 국가 R&D 시스템의 선진화와 미래 유망 원천기술 확보를 위해 분야를 아우르는 중장기적인 프로그램을 기획할 필요가 있다. 또한 기초·원천분야에 대한 적극적인 투자계획은 지속적으로 있었음에

도 불구하고, 이를 일관되고 효율적으로 추진하기 위한 계획은 부족하다는 현실과 원천기술을 확보할 수 있는 분야는 단기간에 성과를 내기 어려운 기초분야라는 점을 고려하여 중장기적인 국가전략사업은 꼭 필요하다 하겠다.

이러한 점을 고려하여 본 연구는 먼저 단계별 R&D의 특성과 발전추세에 대해 살펴보고 세계경제의 새로운 패러다임을 연구하여 궁극적으로 유망 분야 및 원천기술을 전망하는데 참고하고자 한다. 원천기술 확보를 위한 중장기 R&D 프로그램을 기획하기 위해서는 과거 R&D의 추세와 세계경제의 패러다임에 대해 먼저 연구할 필요가 있으며, 연구한 패러다임을 바탕으로 경쟁력 있고 유망한 분야와 원천기술에 대해 전망하여 중장기 R&D연구개발이 반영하고자 한다.

체계적이고 내실 있는 차기 R&D프로그램을 기획하기 위해서는 우선 기존 사업에 대한 심층평가를 수행하여 개선사항에 대한 명확한 파악이 필요하다. 따라서 과거에 수행되었던 G7, 21세기 프런티어, 글로벌프런티어와 같은 대형연구단의 성과에 대해 심층평가를 수행하여 차기 기획을 위한 기초자료로 활용하고자 하며, 연구 성과 가운데 확보한 원천기술의 사업화 여부와 파급 효과에 대한 추정방법 등 사회경제에 궁극적으로 기여하는 부분에 대한 연구방법 또한 제시하고자 한다. 나아가 성과 외에도 각 부처와 연구진, 민간 업체 등 R&D프로그램의 주체별 운영현황과 각 장단점에 대해 파악함으로써 보다 효과적이고 효율적인 R&D 프로그램을 기획할 수 있도록 하고자 한다.

<표 1-2> 대형·중장기 국가연구개발사업 비교

구 분	G7사업	21세기프런티어사업	글로벌프런티어사업
연구기간			
목표			
추진전략			
참여기관			
연구범위			
연구비			
사업			

책임자			
관리조직			
프로젝트 구조			
특징			
성과관리 체계			

자료 : 글로벌프린티어사업 현황(미래창조과학부, 2015)

기존 사업은 논문, 특허출원, 기술이전 등에서 눈에 띄는 성과를 보이고 있는데, [그림 1-2]를 통해 21세기프린티어사업의 성과를 살펴보면 연구비 투자 대비 논문이나 특허출원, 기술료징수 등에서 우수한 성과를 보이고 있음을 알 수 있다. 차기 사업에서 이러한 성과를 더욱 진작시킬 필요가 있으며, 원천기술 확보를 위해서는 연구개발 역량 그 자체에 대한 고려도 필요하다.

[그림 1-2] 국가연구개발사업 전체 대비 21세기 프린티어사업 성과

자료 : 글로벌프린티어사업 연구성과의 기술사업화 방안(한국연구재단, 2014)

<표 1-3> 21세기 프런티어사업의 논문·특허·기술이전 성과

성과	논문	특허출원/등록	기술이전(건수, 계약금액)
실적			
특징			

자료 : 글로벌프런티어사업 연구성과의 기술사업화 방안(한국연구재단, 2014)

기존사업의 심층평가는 정량 및 정성적 평가를 통해 최대한 객관적으로 수행하고자 한다.

대형 R&D프로그램은 다양한 분야의 연구진과 관련 부처, 민간부문과 같이 다양한 주체들이 참여하기 때문에 기존 프로그램의 운영체계의 문제점을 파악하고 이를 차기 기획에 반영하는 것은 중요한 과제라 할 수 있다. 다양한 주체를 효율적으로 관리하고 연구 성과를 극대화하기 위해서는 적절한 운영체계가 동반되어야 하며, 이를 위해 기존 사업의 운영체계에 대한 면밀한 조사가 필요하다. 뿐만 아니라 체계적인 운영 및 효율적인 예산 활용을 위한 거버넌스 구성, 민간참여 유도 등 기존 사업의 강점을 강화하고 추가적인 개선사항을 제시하고자 한다. 중복되거나 특정 분야에 대한 예산집중을 막기 위해서는 유관 부처 간의 지속적인 협력과 소통이 필요하며, 각 사업을 통합적으로 관리하는 컨트롤타워 구성이 요구되기 때문이다. 현재 보편화되고 있는 각종 사업단 및 연구단 운영의 특성이나 한계 등을 명확히 분석하고 제시하여 향후 연구사업 추진시 활용할 수 있도록 하였다.

향후 사업운영방식의 개선을 위한 벤치마킹의 일환으로서 정부와 민간부문의 협력을 바탕으로 실시되는 R&D의 해외사례를 면밀히 조사함으로써 효율적인 예산활용, 유망분야의 발굴, 확보한 원천기술의 사업화 및 시장개척 등 파급효과를 강화하기 위한 연구개발의 민간참여 유도방안을 제시하고자 한다.

<표 1-4> R&D PPP (R&D Public-Private Partnerships) 해외사례

<p>○ PPPs(Public-Private Partnerships: 민관협력)는 보다 효율적인 공공서비스의 실현을 위해 정부, 민간기업, NPI(Non-Profit Institution), 지역주민 등이 업무를 분담하는 협력관계를 말하며, 일반적으로 사회기반시설(SOC)의 구축을 위해 많이 이루어짐</p>
--

- R&D PPPs는 민관협력의 기본 개념은 유지되지만, 이것이 적용되는 분야는 사회기반시설보다는 R&D나 기술개발을 필요로 하는 모든 분야로서 그 분야가 매우 다양함. 민관의 협력을 통해 R&D 활동을 활성화하고 이를 바탕으로 보다 혁신적이고 효율적인 제품생산을 도모
- 정부는 민간부문과의 협력을 통해 다음과 같은 이익들을 얻을 수 있음
 - 사회적으로 유용한 연구 개발에 대하여 투자가 적게 일어나는 무임승차의 문제를 줄일 수 있으며, 보다 효율적인 기술을 시장에 도입하는 과정에서 시장에서 발생할 수 있는 결점을 완화시켜줌(Rosenberg, 1990)
 - SOC PPPs와 유사하게 정부, 민간 기업 등의 참여를 통해 R&D 비용 및 위험이 감소됨
- R&D PPPs가 적용된 몇 가지 사례로는 다음과 같은 것들이 있음
 - 1) the Partnership for a New Generation of Vehicles(PNGV)
 - 1993년 미국의 빌 클린턴 대통령은 3개의 주요 자동차 제조회사(Ford, Chrysler, General Motors)와 함께 에너지 효율 자동차 개발을 위한 협력관계를 구축
 - 2) the European Council for Automotive R&D (EUCAR)
 - 1994년 5개 국가에 위치한 10개의 자동차 제조회사들과 협력하여 1994년부터 1999년까지 88개의 프로젝트를 실시하고 총 302 million 유로 투자
 - 3) Eight contractual Public Private Partnerships of strategic importance for European industry (자료: European Commission 홈페이지)
 - 2013년 EU에서는 Horizon 2020 프로그램 하에서 2014년부터 2020년까지 연구개발을 위한 새로운 프로그램을 발족하였으며, 이는 유럽 산업이 세계 시장을 선도할 수 있도록 기술, 상품, 서비스를 개발하기 위하여 시작됨.
 - 8개의 PPPs는 다음과 같음 :
 - ① Factories of the Future(FoF),
 - ② Energy-efficient Buildings(EeB)

- ③ Sustainable Process Industry(SPIRE)
- ④ European Green Vehicles Initiative(EGVI)
- ⑤ Photonics
- ⑥ Robotics
- ⑦ High Performance Computing(HPC)
- ⑧ Advanced 5G networks for the Future Internet(5G)

기존 글로벌프론티어 사업은 세계적인 원천기술 개발을 목표로 기획된 사업으로 세계 정상급 원천기술 확보를 목표로 하고 있는 차기 계획을 수립함에 있어 많은 개선사항을 제시할 것으로 예상되는데, 본 사업은 가장 최근에 진행되고 있는 대형 연구단 사업으로 차기 기획될 사업과 가장 유사성이 깊어 이에 대한 심층평가를 수행함으로써 연구 성과 제고 및 운영체제 개선에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

<표 1-5> 글로벌프론티어 사업의 개요

--

자료 : 글로벌프론티어사업 현황(미래창조과학부, 2015)

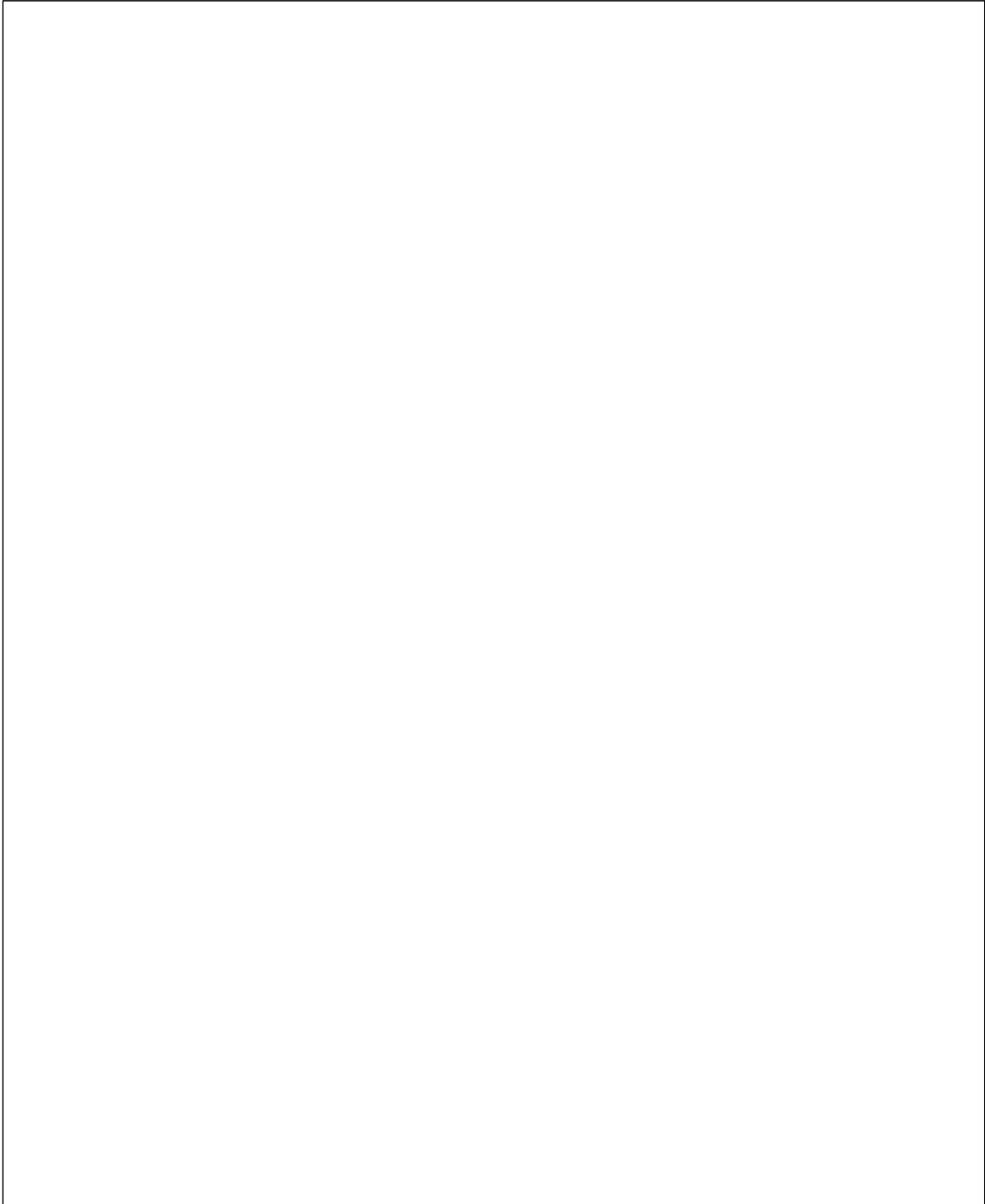
[그림 1-3] 글로벌프론티어 사업의 개념 및 추진전략

자료 : 글로벌프론티어사업 연구 성과의 기술사업화 방안(한국연구재단, 2014)

글로벌프론티어 사업의 문제점에 대해 지적인 감사결과나 평가 자료도 차기 기획에 반영할 수 있는 시사점을 제공할 것으로 보인다. 따라서 이를 통해 성과가 우수한 사업단이 없어지거나 컨트롤 타워가 부재하여 예산중복 혹은 예산집중 현상이 일어날 수 있음을 인지하고 이를 방지하기 위한 보완책을 제시할 필요가 있다. 또한 사업화 및 시장수요와 밀접한 연관이 있는 민간기업과의 협력을 강화할 필요가 있으며, 부처 간의 협력과 소통을 바탕으로 사업의 선택과 집중이 이루어질 수 있는 환경조성도 필요할 것으로 사료된다.

해외사례는 신규 기획을 위한 유용한 벤치마킹 자료로, 유망분야를 발굴하기 위한 기초자료로 활용할 수 있으며, 기존 해외사례뿐만 아니라 추진 중이거나 앞으로 선진국에서 계획 중인 사례의 조사를 통해 신규 R&D 프로그램에 벤치마킹이 가능할 것으로 기대한다. 또한 최신 해외사례는 유망분야를 발굴하는데 기초자료로 활용할 수 있는 유용한 정보를 제공하고, 최고 수준의 원천기술 확보를 위해서는 선진국과의 경쟁이 불가피한 만큼 전략적 선택과 집중을 위해서도 해외의 유망기술이나 산업정책 등을 분석하여 제시하고자 하였다.

<표 1-6> 개방형 혁신과 연구개발의 연구 성과



자료 : 21C 프론티어 연구개발사업 분석 및 정책제언, (연구개발성과지원센터 2013)

본 연구를 통해 기대할 수 있는 성과 및 활용방안은 다음과 같다. 기존 국내외 사업의 성과분석을 통해 신규 R&D프로그램 기획에 반영할 수 있는 R&D사업의 기획과 선정, 운영 및 평가 등 전 과정에 대한 시사점 또는 개선점 도출이 가능할 것으로 보이며, 이는 글로벌프론티어 이후 사업 운영이

보다 원활히 이루어질 수 있도록 하는 기반을 제시할 것이다.

또한 4차 산업혁명에 대한 관심과 영향 분석을 위한 세부자료 분석과 주요국의 대응방향 및 R&D 동향 등을 파악하여 정부의 대응 전략 수립 등에 기여하고자 하였다.

동 연구를 기초로 하여 향후 신규 민·관형 R&D PPPs 프로그램이 성공적으로 추진될 경우 가까운 장래에 독자적인 원천기술 확보로 미래 성장 동력 창출 기반을 마련할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 미래 사회 이슈에 대응할 수 있는 사회문제 해결형 원천기술 개발로 건강사회, 지속가능한 사회, 지식정보화사회, 안전한 사회 구현을 촉진할 것이라 기대한다.

2. 국내 주요 R&D 프로그램의 현황과 특성

본 장에서는 신규 대형 R&D 프로그램 기획에 참고가 될 만한 주요 대형 R&D 프로그램 및 산업계 지원 연구개발 사업의 사업 개요와 운영 방식을 제시하기로 한다. 21세기 프론티어사업, 글로벌프론티어사업, 중소기업 기술혁신개발지원 사업 등이 이에 해당된다. 이후 3장에서 이들 사업에 대한 분석을 기초로 국가 R&D 사업들에 대한 전반적인 진단을 실시한다.

2.1. 한국 R&D 프로그램 발전 특성

한국 R&D의 시기별 특성과 유형을 살펴보면 다음과 같다. 초기 단계인 50년부터 시행된 R&D 프로그램을 1세대형 프로그램으로 규정할 수 있다. 1950년대~1960년대에 진행된 초기 R&D의 경우 과학자 등 개인이나 그들이 속한 연구소에 의해 발명 등 기술적 성과를 내기 위한 수단으로 진행되었다. 1세대 R&D의 특징은 나일론 등 신소재 발명과 같은 기술개발 및 연구형 R&D의 형태를 띠는 것이다. 또한 과학적 발전을 위한 연구방식으로 R&D가 활용되었다.

뒤이어 1970년대에 등장한 2세대 R&D는 과학적 성과, 신기술 개발 등을 넘어 R&D 프로젝트 관리를 통해 사업의 효율성을 높이기 위한 방향으로 진행되었다. 특히 이 시기의 R&D 과제는 1세대 R&D가 개인 주도로 이루어진 것과는 달리 R&D 프로젝트 개념을 도입하여 기업이 중심이 되어 진행되었다는 특징을 가지고 있다.

3세대 R&D는 1980년대에 등장하였고, 포트폴리오, 기술 로드맵의 도입과 응용 등 제품기술과 기존시장을 연계하는 전략형 R&D를 특징으로 한다. 3세대 R&D 역시 기업체가 중심이 되어 R&D가 진행되었다. 다만, 기업 내부의 과제 관리 기법으로 R&D를 적용하는 것에 그치지 않고, R&D 과정에서 기존 고객의 니즈(Needs)를 조사·파악하여 기술개발목표에 반영하고, 마케팅 기법에 적용하는 등 고객의 니즈를 R&D에 포함하려는 새로운 시도를 모색하였다는 점에서 2세대 R&D와 차별화 된다고 평가할 수 있다.

1990년대 지식기반사회가 등장하면서 신기술과 신시장을 연계·통합하기 위한 목적으로 혁신형 R&D 개념을 도입한 4세대 R&D가 등장하였다. 4세대 R&D의 핵심 내용인 시장통합을 통한 가치창출형 기술개발은 구체적으로 기술혁신과 R&BD(Research and Business Development)를 의미한다. R&BD

는 수요자의 니즈를 파악하여 이를 R&D 수행과정에 반영하여 시장과 R&D가 유기적 관계에 있게 하는 것이다.

이에 더 나아가 21세기에 접어들면서 글로벌화 가속화 등 사회·경제적 환경이 급속히 변화, 발전함에 따라 4.5세대 R&D 개념이 등장하였다. 4.5세대 R&D는 4세대 R&D에서 등장했던 시장 통합·연계 등과 함께 기술 및 시장의 국제화를 강조하고 있다. 특히 IT를 기반으로 R&D가 이루어지는 것이 특징이다.

R&D의 단계별 특성과 변화·발전과정을 단계별로 살펴보면 시간이 흐름에 따라 R&D 구성주체가 개인으로부터 점점 확대되고 있다는 점을 알 수 있다. 1세대 R&D에서 2세대 R&D로 변화되는 과정에서 주목할 만한 점은 1세대 R&D가 개인 중심으로 진행되었던 반면 2세대 R&D는 기업 및 기업체 관리자 주도로 진행되었다는 점이다. 또한 3세대 R&D 이후로는 기업뿐만 아니라 시장까지 R&D의 구성요소에 포함되고 있음을 확인할 수 있다. 그 결과 R&D를 단순히 기업 내부의 관리기법의 일종으로 사용하는 것을 넘어 기존고객 및 잠재고객의 니즈를 파악하여 R&D 과정에 반영하여 시장과의 소통을 강조하는 방향으로 변화·발전하였음을 확인할 수 있다.

<표 2-1> R&D의 단계별 특성과 변화 발전

구분	1세대 R&D	2세대 R&D	3세대 R&D	4세대 R&D	4.5세대 R&D
시기					
특성					
내용					
목표					
구성 주체					
리더					
접근					

방식 특징					
----------	--	--	--	--	--

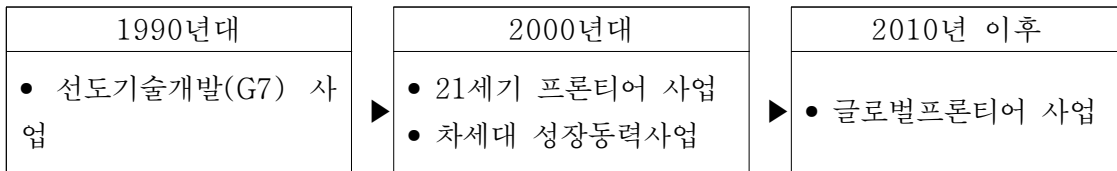
자료 : 1. 기술혁신과 기술사업화에 관한 고찰(2005, 김용환)
 2. 4세대 혁신(Fourth Generation R&D)(윌리엄 밀러·랭돈 모리스, 2001) 활용 및 재구성

2.2. 국내 R&D 프로그램 운영현황 및 특성²⁾

2.2.1. G7 등 대형 국가연구개발사업 발전 과정

우리나라는 대규모 사업, 단기간에 공급이 필요한 사업, 국가경쟁력 확보를 위해 필요한 전략기술 확보를 위해 필요한 사업에 대해 정부 주도로 중장기 연구개발 사업을 추진해 왔다. <표 2-2>와 같이 1990년대는 선도기술개발(G7)사업, 2000년대는 21세기 프론티어 사업이 추진되어 왔으며, 2010년 이후에는 글로벌프론티어 사업이 추진되고 있다.

<표 2-2> 대형 국가연구개발사업 추진연혁



자료 : 감사대상기관 자료 재구성

1990년대 시행된 선도기술사업(G7)은 대형 국가연구개발사업의 시초라고 할 수 있으며 자동차, 반도체, 통신 등 주요 분야에서 선진 7개국 수준의 산업기술 확보하기 위하여 구 과학기술부 등 7개 부처 주도로 1992년부터 2001년까지 4년간 총 3조 5,329억 원을 투입한 사업이다. 이전의 연구 개발 사업³⁾이 상향식(bottom-up) 방식이었다면, 선도기술사업(G7)사업부터 사전 연구기획을 통해 연구개발 목표를 명확히 설정하고 목표 달성을 위해 세부 연구 과제를 수행하는 하향식(top-down) 연구기획방식이 도입되었다.

2000년부터 추진된 21세기 프론티어 사업은 1990년대 선도기술개발사업의 특징인 하향식(top-down) 연구기획 방식을 유지하면서, 연구개발 추진

2) 감사보고서 -대형 국가연구개발사업 추진실태 - (감사원, 2016.3.) p.5-p.23, 미래창조과학부 내부 자료 등을 참고하여 작성

3) 이전의 연구개발사업은 주로 정부출연연구기관, 대학 등에 소속된 연구자로부터 연구 과제를 제출 받는 상향식(bottom-up) 방식으로 추진

을 위한 별도의 사업단을 구성하여 사업단장이 연구의 기획 및 수행을 주도하는 사업단 방식의 관리방식을 도입하였다. 또한 기초·원천연구와 응용사업화 등의 전 주기 연구개발사업을 지원하는 사업으로 추진되었다.

구 정보통신부 등 3개 부처에서는 디지털 TV·방송 분야에서 5년 이내에 상품화가 가능한 기술을 집중적으로 개발하기 위해 2004년도부터 5년 간 총 1조 139억 원을 투입하여 차세대 성장동력사업을 추진하였다.

그리고 2010년부터 추진된 글로벌프론티어 사업은 기존의 21세기 프론티어 사업의 특징인 하향식(top-down) 연구 방식과 사업단 관리방식을 유지하면서, 사업단을 별도의 독립법인으로 설치하여 운영하였다.⁴⁾⁵⁾ 또한 글로벌프론티어 사업은 사업화 단계까지 연구범위에 포함한 21세기 프론티어 사업과 달리 기초·응용연구로 연구범위를 한정⁶⁾⁷⁾하였다.

다음의 [그림 2-1]은 위에서 설명한 대형 국가연구개발사업의 중요한 특징인 연구단계와 부처별 협력 규모를 고려하여 포지셔닝 한 것이다.

[그림 2-1] 각 대형 국가연구개발사업의 포지셔닝

자료 : 저자작성

- 4) 21세기 프론티어 사업의 경우 사업단 방식으로 운영하였으나, 대부분의 사업단을 별도의 독립법인으로 두지 않고 사업단장이 속한 연구기관(출연연구기관 또는 대학)의 부설조직으로 운영
- 5) 미래창조과학부에서는 사업단을 별도 법인으로 설치한 데 대하여 사업종료 후 지적재산권 등 연구 성과를 효율적으로 관리·활용하기 위한 것이라고 하나, 이는 프론티어 사업 종료 후에도 사업단이 별도 법인으로 자체 유지될 수 있을 정도의 재원(기술료 수입 등)을 마련할 수 있는 연구 성과가 확보되어야 가능할 것으로 예상됨
- 6) 21세기 프론티어 사업이 기초·응용연구부터 개발단계(사업화)까지 전 주기적 사업으로 추진된 반면, 글로벌프론티어 사업은 구 교육과학기술부 임무에 맞게 기초·응용연구까지 지원하는 것으로 기획됨
- 7) 글로벌프론티어 사업의 연구범위는 개발단계를 제외한 기초·응용단계로 설정되어 있으나 실제 연구개발 수행과정에서 응용단계와 개발단계를 명확하게 구분하기 어렵고, 실제 추진되고 있는 사업 단별 연구계획을 보면 개발연구가 일부 포함됨

2.2.2. 21세기 프론티어 사업

가. 개요

21세기 프론티어 사업은 2010년까지 전략기술분야에서 선진 국가 수준의 기술 수준을 목표로 국가경쟁력을 향상시키고 선진국 수준의 삶의 질을 구현하는 한편, 기술혁신의 성과를 사회 전 분야로 확산시키기 위해 기초·원천 연구에서 응용 사업화까지 전 주기 연구개발을 지원하는 프로그램⁸⁾이다.

이와 같은 목표를 달성하기 위해 미래창조과학부에서는 관계부처합동 및 산·학·연 공동추진, 철저한 목표관리제 적용, 사업단장 책임운영, 다년제 협약제도, 엄정한 평가체계 구축의 5개 추진전략을 수립하였으며, 각 추진전략에 대한 자세한 내용은 다음 <표 2-3> 와 같다.

<표 2-3> 21세기 프론티어 사업 추진전략

자료 : 21세기 프론티어 연구개발사업 시범사업 추진계획, (구 국가과학기술위원회, 1999)

총 사업기간은 2000년부터 2013년까지이며, 총 사업비 1조 8,038억 원

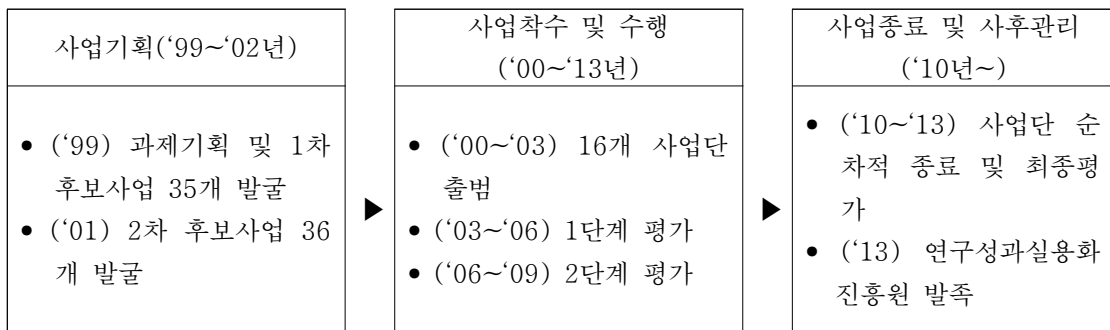
8) 「대형연구개발사업 성과활용실태 결과분석 및 시사점」 (2015년 8월, 한국과학기술기획평가원)

(정부출연금 1조 4,348억 원, 기업 등 민간부담금 3,690억 원)이 투입되었다. 사업단별로는 2000년부터 2003년까지 4년간 총 16개 사업단⁹⁾이 선정되었으며, 사업단별로 평균 1,127억 원이 투입(최소 773억 원~최대 사업단 1,503억 원)되었다.

나. 사업추진 과정

21세기 프론티어 사업의 추진과정은 ‘사업기획 → 사업단 선정 → 사업추진 및 단계평가 → 사업종료 및 사후관리’순으로 진행되며 각 단계의 세부진행 내용은 아래 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> 21세기 프론티어 사업 추진과정



자료 : 연구재단 내부자료를 기초로 재작성

1) 사업단 선정

1999년과 2001년 각각 두 번에 걸쳐 사업단 선정을 위한 후보 사업 발굴이 이루어졌으며, 1999년에는 추진기획위원회에서 연구자 등을 대상으로 한 수요조사 결과를 반영하고, 21세기 유망산업·기술·시장 예측조사 결과, 전문가 의견수렴 등을 거쳐 공정, 보건·의료, 수자원, 소재, 에너지, 자원, 환경 등 소재, 공정 등 13개 분야의 35개 후보사업 과제를 발굴하였다.

2001년에는 프론티어 사업기획위원회 등에서 연구자 설문조사 및 수요조사를 실시하여 32개 후보사업 과제를 추가 발굴하고, 기존 후보사업과제(35개 중 2001년까지 이미 선정된 10개¹⁰⁾를 제외한 25개 과제)와 합쳐 우선순

9) 당초 22개 사업단이 선정되었으나 이 중 6개 사업단은 2004년 구 산업자원부와 구 정보통신부로 이관되었으며, 이번 감사원 감사에서는 구 교육과학기술부에서 계속 관리한 16개 사업단을 대상으로 함

위를 조정한 뒤 총 36개 후보사업 과제를 선정하였다.

그리고 미래창조과학부에서는 선정된 후보과제 중에서 <표 2-5>와 같은 방법으로 정부주도로 추진할 연구개발사업인지 등을 고려하였고, 2000년에 4개¹¹⁾, 2001년에 4개, 2002년에 6개, 2003년에 2개 사업단을 선정하였다.

<표 2-5> 21세기 프론티어 사업 선정기준

자료 : 21세기 프론티어 사업 기획보고서, (구 과학기술부,1999)

10) 2001년까지 선정된 10개 과제 중 2개 과제는 2004년 구 산업자원부로 이관되어 21세기 프론티어 사업에는 8개 과제(1999~2010년 4개, 2001~2011년 4개)가 남음

2) 사업단장 선정

21세기 프론티어 사업은 기획, 예산집행, 과제선정·관리 등 사업단 운영에 대한 전권을 사업단장에게 부여하고 있어 사업단의 목표 달성은 사업단장의 능력에 달려있다.

사업단장은 공모를 통해 접수를 받은 후 1차 평가에서 분야별 전문가로 구성된 분야별 전문위원회에서 발표패널 평가를 통해 3배수의 후보자를 추천하고, 구 교육과학기술부 등 공무원과 민간 전문가로 구성된 2차 평가위원회에서 사업단장을 선정하였다.

사업단장을 선정할 때에는 <표 2-6>와 같이 연구수행능력(30%), 경영관리능력(30%), 연구개발계획(40%)을 고려하였고, 특히 연구개발계획과 관련하여 연구개발목표(단계별 목표 및 최종 목표), 연구수행 방법 및 추진전략 등을 후보자가 직접 제시하도록 하여 평가하였다.

<표 2-6> 21세기 프론티어 사업의 사업단장 선정기준

자료 : 2014년도 국가연구개발사업 자체평가보고서, (미래창조과학부, 2014) 재구성

3) 세부 연구과제 선정

사업단별 1단계(1차~3차 연도) 수행 과제는 사업단장이 선정된 이후 사업단장이 사업단 목표 달성을 위해 필요한 연구 과제를 정해 연구책임자를 공모하고, 전문가로 구성된 평가위원회의 평가를 통해 과제별 연구책임자를 선정하였다.

사업단별 2단계(4차~6차 연도) 및 3단계(7차~10차 연도)에는 각 연구과제에 대한 연차평가·단계평가 결과 등을 반영하여 기존 연구 과제를 계속 수행하거나, 기존 과제를 중단하고 새로운 과제를 선정하기도 하였으며, 신규 과제를 선정하는 경우 1단계와 마찬가지로 사업단장이 연구 과제를 정하고, 공모를 통해 연구책임자를 선정하는 방식으로 추진되었다.

4) 평가제도

21세기 프론티어 사업은 총 10년의 연구기간을 3단계로 나누어 각 단계가 끝날 때마다 평가를 실시하였으며, 평가는 사업단에서 실시하는 자체평가, 미래창조과학부에서 실시하는 전문평가와 종합평가의 순서로 이루어졌으며, 각 평가에 대한 절차는 <표 2-7>와 같다.

자체평가의 경우 각 사업단마다의 외부전문가로 구성된 자체평가위원회가 세부 연구과제에 대한 평가를 하고, 평가 결과와 사업단 운영실적을 종합하여 자체평가보고서를 작성하여 미래창조과학부에 제출하였다.

자체평가 이후 미래창조과학부에서 전문평가위원회를 구성하여 각 사업단별 연구 성과와 운영성과를 종합적으로 평가하는 전문평가를 실시하였다. 전문평가위원회는 3개(ET, NT, BT) 분야로 나뉘어 각 분야에 속하는 사업단을 평가하였으며, 자체평가보고서와 사업단별 발표 등을 토대로 각 사업단의 연구성과와 운영성과를 절대 평가하는 방식으로 실시되었다.

전문평가 이후 미래창조과학부에서는 종합평가위원회를 구성하여 종합평가를 실시하였으며, 종합평가에서는 평가대상 사업단 전체를 대상으로 계속추진 필요성, 사업단별 평가등급을 정하였다.

그리고 미래창조과학부에서는 21세기 프론티어 사업 추진위원회¹²⁾를 통해 종합평가 결과를 검토하고 사업단별 연구비 조정, 사업단장 교체 등의 조치를 하였다.

12) 21세기 프론티어 사업의 후보사업 발굴, 사업단장 선정, 단계별 평가 등 사업 추진 전분에 관한 사항을 검토하여 미래창조과학부장관에게 자문하는 역할을 수행하고, 학계 8명, 연구기관 8명, 산업계 5명, 간사 2명 등 23명으로 구성

<표 2-7> 21세기 프론티어 사업 평가절차

구분	평가 주체	평가위원회 구성	평가 내용	평가 결과 활용
자체 평가				
전문 평가				
종합 평가				

주 : 이외에도 각 사업단이 종료된 시점에 평가하는 '개별사업단 평가'와 21세기 프론티어 전체 사업이 종료된 시점에서 평가하는 '국가연구개발사업 종료평가'가 있음
 자료 : 감사대상기관 제출자료 재구성

다. 운영체계¹³⁾

21세기 프론티어 사업은 사업단장 책임운영제로 자율적이고 창의적인 연구 환경을 보장하기 위해 사업단장에게 세부 연구과제 구성 및 관리, 과제 평가 및 진도관리, 연구협약 변경, 지적재산권 관리 등 프로젝트 관리 전반에 대한 권한과 사업단 인사권, 예산권 등 사업단 운영의 전권을 부여하였다.

사업단은 사업단장과 운영관리 인력으로 구성된 사무국(본부조직)과 각 세부 연구과제의 주관연구기관 및 참여 연구인력으로 구성되며, 사업단의 본부 조직에는 사업단별로 사업 및 회계관리, 성과 및 특허관리, 마케팅 등을 전담하는 5~6명의 인력을 두고 있다.

2.2.3. 글로벌프론티어 사업

가. 개요

글로벌프론티어 사업은 21세기 프론티어 사업에 이어 추진되는 사업으로,

13) 글로벌프론티어 사업 해당 부분 참조

2021년까지 세계 최고 수준의 기초·원천연구를 수행 할 수 있는 5개 이상의 연구거점을 육성하고, 원천기술을 확보를 통한 기초·원천기술 강국으로의 도약을 목표로 하고 있다. 이를 위해 미래창조과학부는 선택과 집중, 한계돌파형 융합 R&D추진, R&D의 글로벌 스탠다드화 등 4개의 추진전략을 수립하였으며, 각 추진전략에 대한 세부목표는 다음 <표 2-8>과 같다.

<표 2-8> 글로벌프론티어 사업 추진전략

자료 : 글로벌프론티어 사업 추진계획, (교육과학기술부, 2010)

총 사업기간은 2010년부터 2022년까지이며, 총 사업비는 약 2조 원으로, 2014년까지 총 3,065억 원이 투입되었다. 2010년부터 총 10개 사업단이 선정되었으며 각 사업은 9년간 사업을 수행하고 2019년부터 2022년까지 사이에 단계적으로 사업이 종료 될 예정이다.

나. 사업추진 구조와 흐름

글로벌프론티어 사업은 [그림 2-2]와 같이 미래창조과학부에서 선정된 후보사업에 대해 세부계획을 실시한 뒤 사업단장을 공모하고, 사업단장 선정단계에서 사업단장 후보자가 구체적인 세부과제 구성 등 연구계획을 제출하면, 선정평가단계에서 연구계획의 적정성을 검증한 뒤, 연차평가·단계평가 등을

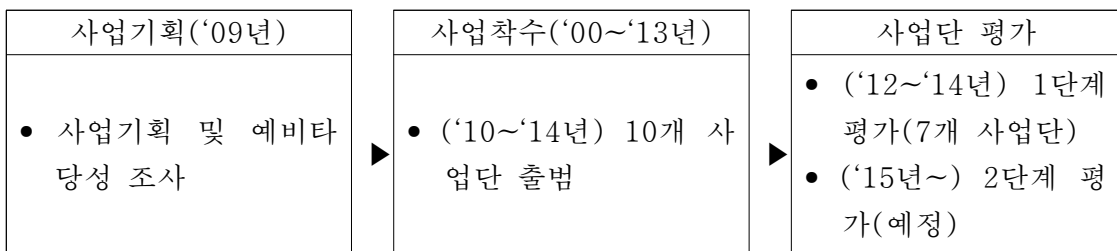
통해 다음단계 계획이 적정한지 등을 검증하는 방식으로 추진된다.

[그림 2-2] 글로벌프론티어 사업 추진흐름

자료 : 글로벌프론티어 사업 추진계획, (구 교육과학기술부, 2010)

위와 같은 사업추진 흐름에 <표 2-9>와 같이 2009년 사업기획 및 예비타당성조사를 거쳐 2010년 3개 사업단이 선정된 이래 2015년 7월 현재 10개 사업단이 연구를 수행하고 있다. 이 중 2010년과 2011년에 선정된 7개 사업단의 경우 2015년 7월 현재 2단계 연구를 수행하고 있고, 2013년과 2014년에 선정된 3개 사업단은 1단계 연구를 수행하고 있다.

<표 2-9> 글로벌프론티어 사업 추진과정



자료 : 감사대상기관 자료 재구성

다. 사업추진 과정

1) 예비타당성 조사

21세기 프론티어 사업과는 달리, 2008년에 국가연구개발사업의 예비타당성조사제도가 도입됨으로써 글로벌프론티어 사업은 한국과학기술기획평가원에서 「국가 재정법」 제 38 조에 규정하여 2009년부터 예비타당성 조사를 실시하였다.

국가연구개발사업의 예비타당성조사는 국가연구개발 투자규모가 증가함에 따라 정부의 재정 집행의 효율성에 대한 문제의식이 높아지면서 기획단계에서부터 사업 타당성을 사전에 철저하게 검증¹⁴⁾하기 위한 것으로 조사 항목은 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 타당성 등이 있으며 세부 항목은 다음 <표 2-10>와 같다.

<표 2-10> 국가연구개발사업 예비타당성 조사 검토 항목

자료 : 글로벌프론티어 사업 예비타당성 조사 보고서, (한국과학기술기획평가원, 2009)

그런데 위의 예비타당성 조사에서는 글로벌프론티어 사업은 2020년까지 세계 최고 수준의 원천 기술력을 확보하는 등의 목적으로 총 사업비 2조 3,820 억 원을 투입하여 2010~2021년 까지 추진하겠다는 등의 기초 자료만 제시했을 뿐, 연구 개발 분야 연구 개발 분야별 사업 목표, 예상 투입 비용 등이 제시 되지 않은 상태에서 실시되었다.

그 결과 기술 개발 목표의 구체성, 성과지표의 타당성 등 기술적 타당성을 검토하기 어렵다는 의견도 제시되었지만 대규모 장기 기초·원천기술 개발이 필요함을 고려하여 타당성이 있다고 결론을 제시했다. 그리고 21세기 프론티어 사례와 전문가 설문조사 등을 참고하여 총 사업비는 1조 1,910억 원

14) 국가연구개발사업 예비(사전) 타당성 조사 제도 도입을 위한 사전 기획연구, (한국과학기술기획평가원, 2005.1.)

수준이 적정하다는 결론을 제시하였다.

2) 사업단·사업단장 선정

미래창조과학부에서 [그림 2-3]과 같이 정부 연구개발사업 투자의 적절성 등을 고려하여 2010년 ‘혁신형 의약바이오 컨버전스 기술’ 등 7개, 2011년 ‘멀티스케일 기반 미래에너지 연구’ 등 6개, 2014년 ‘극한 후보물성시스템 구현을 위한 파동에너지 제어기술’ 등 3개 사업을 후보사업으로 선정¹⁵⁾하였다.

[그림 2-3] 글로벌프론티어 사업 선정기준

자료 : 글로벌프론티어 사업 추진계획, (구 교육과학기술부, 2010)

그리고 후보사업별로 사업단장을 공모하여 사업단장 후보자에게 연구계획을 제출하도록 하였으며, 사업단장 선정을 위한 평가위원회를 구성하고 <표 2-11>과 같이 후보자의 연구역량 및 경영역량, 연구개발계획의 적정성 등을 심사하여 2014년까지 총 10개 사업단과 사업단장¹⁶⁾을 최종 선정하였다.

15) 2012년에는 신규 사업단을 선정하지 않았으며, 2013년에는 후보사업을 미리 정하지 않고 자유공모방식으로 사업단을 선정

16) 후보사업단 전체에 대해 사업단장을 공모하고, 이 중 사업단장 평가가 우수한 사업단을 선정(예: 2010년에는 7개 후보사업 전체에 대해 사업단장을 공모하여 이 중 3개 사업단을 사업단장과 함께 선정)

<표 2-11> 글로벌프론티어 사업의 사업단장 선정기준

구분	평가항목	평가지표
합계	100	-

자료 : 2014년도 국가연구개발사업 자체평가보고서, (미래창조과학부, 2014) 재구성

3) 세부 연구과제 선정

세부 연구과제는 사업단장이 사업단의 연구개발목표, 전략 등을 고려하여 세부 연구 과제를 기획하고 연구책임자를 지정하거나 공모하는 방식으로 선정하였다.

한편 글로벌프론티어 사업은 21세기 프론티어 사업과는 다르게 [그림 2-4]와 같이 세부 연구 과제를 선정하기 전에 전문가 그룹이 사전에 상세 계획을 실시하고 가이드라인을 제시 한 후, 사업단장은 위의 세부기획에 따라 세부 사업 계획을 실시하도록 추진되었다.

[그림 2-4] 글로벌프론티어 사업 기획 흐름

자료: 연구재단 내부자료

4) 평가제도

글로벌프론티어 사업의 평가는 <표 2-12>와 같이 미래창조과학부에서 실시하는 상위평가와 사업단에서 실시하는 자체평가로 구분 된다.

자체 평가는 사업단에서 진행되고 있는 세부 연구 과제의 평가 및 사업단 운영 등을 확인하기 위한 목적으로 매년 실시되고 있으며, 사업단에서 자체적으로 평가기준을 수립하고 평가위원회를 구성하여 평가를 실시하고 평가 결과를 한국연구재단과 글로벌프론티어 사업 추진위원회¹⁷⁾에 보고하고 있다.

미래창조과학부에서 실시하는 상위평가는 매년 실시하는 연차평가 및 각 사업단의 연구단계가 끝날 때마다 실시하는 단계평가로 구분된다. 연차평가는 사업단별로 평가등급을 주지 않고 각 사업단 자체평가결과를 보고 받아 사업의 진행상황을 확인하는 방식으로 실시된다. 단계평가는 각 사업단 단계 연구목표달성도, 사업단 운영의 성과 등을 종합적으로 점검하고 사업단 별 등급을 부여하고 연구비를 조정하거나 사업을 계속 수행 할 필요가 있는지 등을 검토¹⁸⁾한다. 과학기술정책전문가, 평가대상 사업단 관련 분야 전문가 등으로 구성¹⁹⁾된 단계평가위원회는 각 사업단이 실시한 자체평가결과의 확인 등의 서면평가 및 사업 단장 발표·토론의 평가 등을 거쳐 각 사업단평가를 부여²⁰⁾하고, 글로벌프론티어 사업 추진위원회에서 평가결과를 심의하고 확정하는 방식으로 실시된다.

17) 글로벌프론티어 사업 추진위원회는 글로벌프론티어 사업의 추진방향, 사업단장 선정, 사업단 평가 등 사업 추진 과정에서 발생하는 주요 사항을 심의하는 역할을 수행하고 있으며, 산·학·연 전문가 15명으로 구성

18) 최종 3단계 종료 시에는 연구비 조정 등의 목적이 아닌 사업단의 최종 성과평가를 위해 실시

19) 2015년 7월 실시된 단계평가(3개 사업단 평가)에서는 과학기술정책 전문가 3명과 분야별 전문가 12명 등 15명으로 구성

20) 21세기 프론티어 사업의 경우 사업단별 절대평가를 한 뒤, 사업단간 상대평가를 실시한 반면, 글로벌프론티어 사업은 사업단별 절대평가를 실시하지 않고 바로 상대평가를 실시

<표 2-12> 글로벌프론티어 사업의 자체평가와 상위평가 비교

구분	자체평가	상위평가	
		연차평가	단계평가
평가주체	사업단	미래창조과학부	
평가주기	매년	매년 (단계평가를 실시하는 해에는 제외)	각 단계 종료 시 (각각 2년, 3년, 4년)
평가목적	세부 연구과제에 대한 평가 사업단 운영성과 점검	진도 점검 (평가등급 없음) 사업 운영방향 자문 등	사업단 간 상대평가, 다음 단계 연구비 조정, 사업단 계속 여부 검토
평가단위	사업단별 평가 (평가등급 없음)	사업단별 평가	사업단 간 평가(상대평가)

자료 : 감사대상기관 제출자료 재구성

2015년을 기준으로 2010년에 선정된 3개의 사업단은 1단계 평가와 2단계 평가가 실시되었으며, 6개 사업단은 제 1단계 평가만 진행되었다. 미래창조과학부는 제 1단계 평가 시 사업을 수행한 기간(2년)이 길지 않다는 이유로 각 사업단 별 평가등급을 부여하거나 연구비 조정을 하지 않고 2단계 계획에 대한 자문형식으로 평가를 실시했다.

라. 운영체계

글로벌프론티어 사업은 21세기 프론티어 사업과 마찬가지로 사업단장에게 심층 연구과제의 설정 및 관리, 과제평가 및 진도관리, 연구협약의 변경 등의 프로젝트 관리 전반에 대한 권한과 사업단 인사권, 예산 권한 등 사업단 운영의 전권을 부여하는 한편, 사업단의 독립성을 확보하고 지적재산권을 효율적으로 확보·관리하기 위해 사업단을 별도의 법인에 설치했다.

사업단과 미래창조과학부, 한국연구재단 등의 역할 구분은 아래 [그림 2-5]처럼 미래창조과학부와 한국연구재단이 사업을 총괄·관리하여 사업 추진에 관한 주요사항을 심의하는 기구로 ‘글로벌프론티어 사업 추진위원회’가 설치되었으며, 사업단장이 운영위원회의 자문 및 연구지원본부의 보좌를 받아 사업 운영을 총괄하는 것으로 되어있다. 구체적인 역할은 <표 2-13>와

같다.

[그림 2-5] 사업단 운영체계

자료: 저자 작성

<표 2-13> 글로벌프론티어 사업 추진주체별 역할

자료 : 미래창조과학부

2.2.4. 중소기업을 대상 기술혁신개발지원

중소기업기술혁신개발 사업은 장기 R&D 프로그램으로 분류하기는 어려우나 산업계에 대한 대표적인 지원사업으로서 대형 R&D 프로그램과 대척점에 있는 사업이다. 따라서 새로운 대형 R&D 사업 기획에 있어 고려해야할 특성이나 지원 범위 등의 연구에 필요하여 포함하였다.

가. 개요

중소기업기술혁신개발 사업은 중소기업청의 소관사업 중 하나로 중소기업 개발지원 프로그램 중 기술개발지원(R&D) 단위사업의 세부사업으로 글로벌 전략기술개발, 혁신기업기술개발, 기업서비스 연구개발 분야로 나누어 진행된다. 해당 사업은 국내 중소기업의 기술력과 생산성을 향상과 글로벌 시장 진출을 지원하는 것을 목적으로 한다. <표 2-14>와 <표 2-15>는 각각 국가재정운용계획상 연도별 투자액과 각 사업별 비목별 예결산 내역을 제시하고 있다.

<표 2-14> 사업별 비목별 예·결산 내역

(단위: 백만원)

구 분	2012		2013		2014		2015		2016		2017(안)	
	예산	결산	예산	결산	예산	결산	예산	결산	예산	결산	요구	조정

자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

<표 2-15> 국가재정운용계획상 연도별 투자계획

(단위: 억 원)

연도	2012	2013	2014	2015	2016
투자계획					

자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

나. 글로벌전략기술개발

1) 개요

글로벌전략기술개발은 수출 중소기업을 대상으로 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖춘 미래 유망분야 R&D 지원을 통해 수출유망→글로벌강소기업→월드클래스300으로 이어지는 수출 중소기업의 성장사다리를 구축하는 것을 목적으로 한다. 2016년에는 글로벌 강소기업과제에 233억 원, 수출유망과제에 378억으로 총 611억 원의 예산이 지원되었으며 2017년에는 788억 원의 예산이 지원될 계획이다.

2) 지원대상 및 지원분야

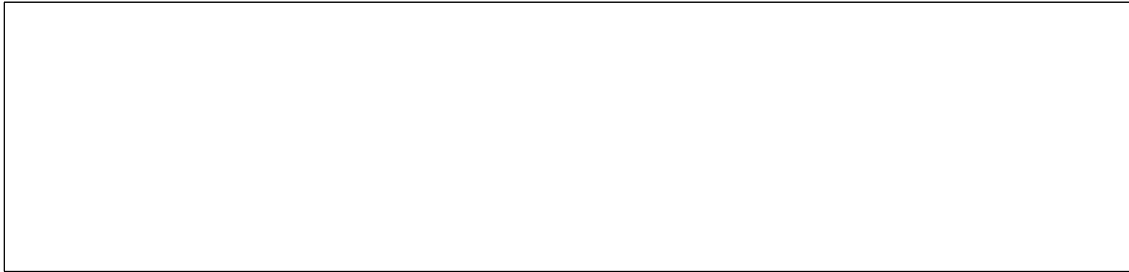
글로벌전략기술개발 사업은 글로벌강소기업과제와 수출유망과제로 진행되며 글로벌강소기업과제의 지원대상은 중소기업청의 “글로벌강소기업 육성사

업”에 선정된 기업으로 기업이 원하는 기술개발을 자유롭게 응모할 수 있다. 수출유망과제의 지원대상은 최근 2년 내 직간접수출실적이 평균 5백만 달러 미만인 중소기업으로 기업이 원하는 기술개발을 자유롭게 응모할 수 있다. 최대 2년간 6억 원의 지원이 이루어지며 정부출연금은 총 개발비의 65% 이내에서 이루어지며 민간부담은 35% 이상 이루어진다. <표 2-16>는 글로벌 전략기술개발의 사업집행절차를 제시하고 있다.

<표 2-16> 글로벌 전략기술개발의 사업집행절차

추진 절차	수행 주체





자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

다. 혁신기업기술개발

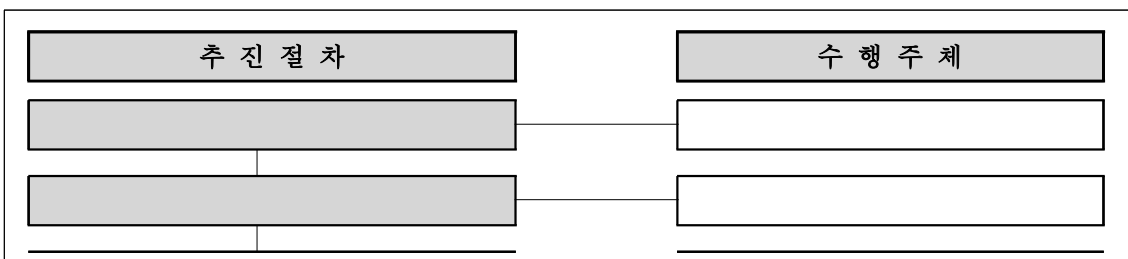
1) 개요

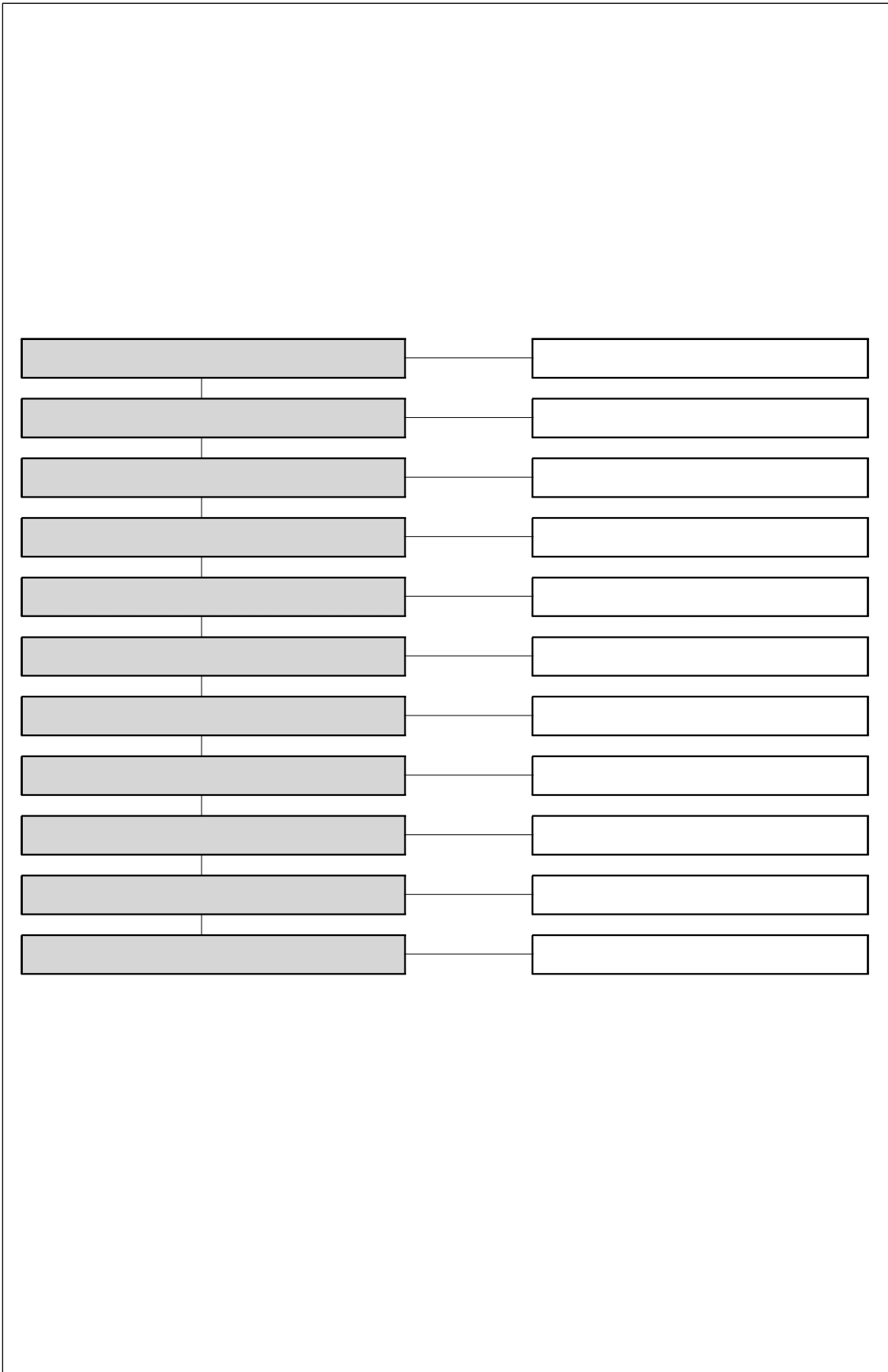
혁신기업기술개발은 기술혁신형 중소기업을 대상으로 ICT, 빅데이터, 3D 프린팅 등 新 시장 창출과 주력산업 고도화 등 신성장동력 창출을 위해 중소기업형 미래성장 유망 분야 R&D 지원을 실시하고 국내 중소기업이 글로벌 강소기업으로 성장할 수 있도록 촉진시키고자 한다. 2016년에는 혁신형 기업에 1,139억 원, 투자연계에 174억 원, 고성장기업에 152억 원으로 총 1,465억 원의 예산이 지원되었으며 2017년에는 1,509억 원의 예산이 지원될 계획이다.

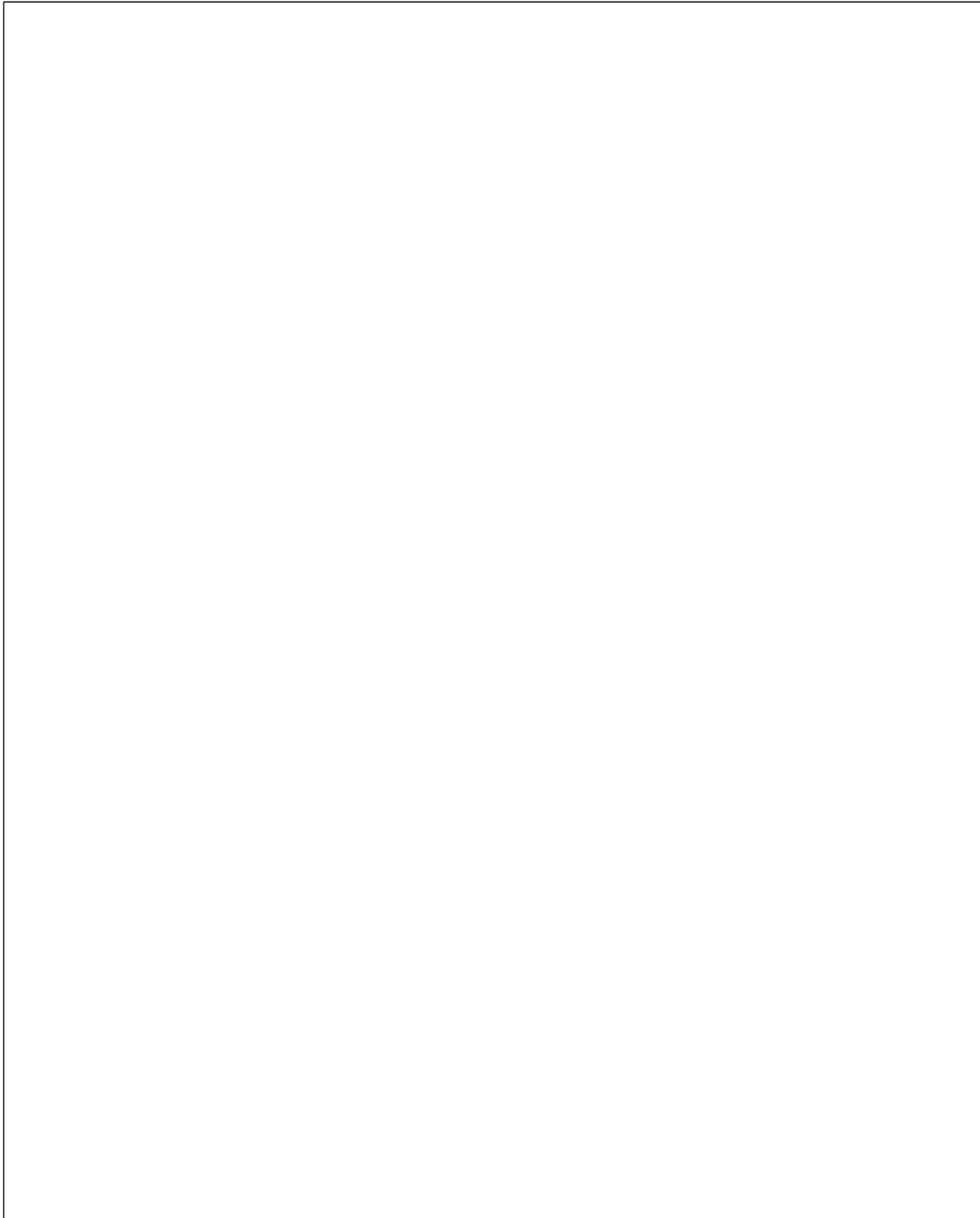
2) 지원대상 및 지원분야

혁신기업기술개발의 지원대상은 기술혁신형 중소기업(INNO-BIZ) 혹은 벤처기업 중 하나에 해당되는 기업으로 신성장동력, 고부가 주력산업 등 중소기업 기술로드맵에 기반 한 미래 성장유망 20대 전략분야에 대해 “품목지정” 방식으로 지원을 실시한다. 최대 2년간 6억 원의 지원이 이루어지며 정부출연금은 총개발비의 65% 이내에서 이루어지며 민간부담은 35% 이상 이루어진다. <표 2-17>는 혁신기업기술개발의 사업집행절차를 제시하고 있다.

<표 2-17> 혁신기업기술개발의 사업집행절차







자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

라. 기업서비스연구개발

1) 개요

기업서비스연구개발은 제품과 서비스의 결합을 통해 창의적인 제품을 개발

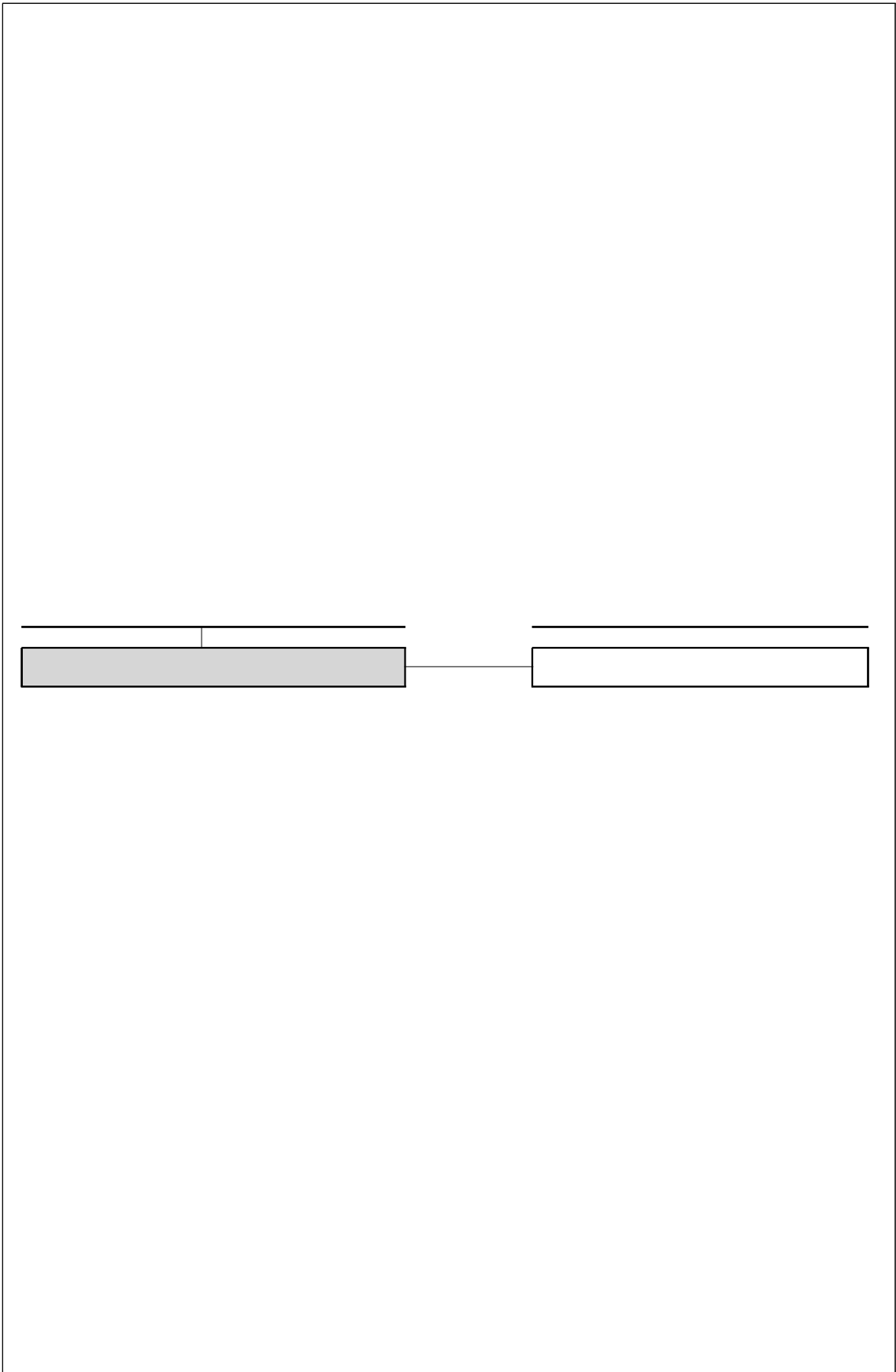
하고 신규 비즈니스 모델을 창출해 중소기업의 신성장동력 창출 및 생산성과 경쟁력을 제고시키는 것을 목적으로 하며 2016년에 95억 원의 예산이 지원되었다.

2) 지원대상 및 지원분야

기업서비스연구개발의 지원대상은 중소기업 기본법 제2조에 해당되는 중소기업으로 유망 서비스 분야를 중심으로 중소기업 제품의 서비스화 개발을 지원을 통해 중소기업 제품의 가치를 증진시키고자 한다. 또한, 신규 서비스 분야 비즈니스모델 개발을 통해 신산업 창출을 지원하여 중소서비스기업의 신성장 동력을 촉진하고자 한다. 최대 1년간 1.5억 원의 지원이 이루어지며 정부출연금은 총 개발비의 65% 이내에서 이루어지며 민간부담은 35% 이상 이루어진다. <표 2-18>는 기업서비스연구개발의 사업집행절차를 제시하고 있다.

<표 2-18> 기업서비스연구개발의 사업집행절차

추진 절차	수행 주체





자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

3) 성과 및 한계

중소기업기술혁신개발 사업은 과제당 발생 매출액, 지식재산권 발생, 사업화성공율, 등록특허 SMART 평가등급을 성과지표로 설정해 매년 사업의 성과를 측정하고 평가한다. 또한 성과 지표 이외 실적을 점검하고 외부지적사항을 반영해 개선을 실시하고 있다. <표 2-19>와 <표 2-20>는 각각 성과지표에 따른 성과 달성도와 성과지표 이외의 사업추진 경과 및 실적을 제시하고 있다.

<표 2-19> 성과계획서 상 성과지표 및 최근 5년간 성과 달성도

성과지표	구분	'12	'13	'14	'15	'16	'16목표치 산출근거	측정산식 (또는 측정방법)	자료수집방법 (또는 측정방법)

자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

<표 2-20> 성과지표 이외의 연도별 사업추진 경과 및 실적

2013	
2014	
2015	

2016

자료 : 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)

그러나 선도기업의 미래 신성장 모멘텀 확보를 위해 중소기업기술혁신개발 사업의 증액이 필요한 점과 중소기업의 R&D 자금 부정사용이 적발되는 문제점이 있었으나 사업 증액은 기재부, 미래부 등과 협의하여 '17년 예산 확대 추진 예정이며 연구비 용도 외 자금 사용 방지를 위해 주기적으로 자금 집행 특별점검을 실시하여 부정사용을 사전 차단하고, 부당 집행의 경우 출연금 환수, 국가연구개발사업 참여 제한 등의 조치를 실시하고 있다.

3. 국내 R&D 프로그램 제도 평가

3.1. 대형 R&D 사업 운영방식 진단

3.1.1. 국가연구개발사업 관리 유형

국가연구개발사업은 ‘과학기술기본법’에 근거, 중앙행정기관의 장이 설립·지정한 R&D 전문기관이 기획·관리·평가를 수행하는 것이 일반적이거나, 사업 규모와 목적, 특수성에 기인하여 사업단·연구단·센터 등을 설립·지정하여 해당 업무의 전체 또는 일부를 위임할 수 있다. R&D 전문기관 유형, 센터 유형, 사업단 유형, 연구단 유형 등 크게 4가지 유형으로 구분 할 수 있으며 각 유형에 대한 추진체계는 다음과 같다.

[그림 3-1] 국가연구개발사업 추진체계 유형

이하에서는 주요 사업 운영 가버넌스의 특성과 함께 한계점을 제시하도록 한다.

가. 전문기관 유형

사업단, 센터 등 별도의 사업 운영·관리 조직을 설립·운영해야 할 특별한 사유가 없는 대다수의 국가연구개발사업은 소관부처 산하 R&D 전문기관이 사업을 운영·관리하는 것이 일반적이다. R&D 전문기관은 사업의 기획·평가·관리 및 활용 등을 고유미션으로 하는 ‘전문’기관이므로 인력 및 예산 운영 측면에서 안정성과 지속가능성을 담보할 수 있으며, 소관부처와의 의사소통 등 정보교류가 용이하다.

하지만 광범위한 기술 분야와 다양한 주제별로 전문성을 일정 수준이상 유지하기 위한 비용부담이 과중될 수 있어, 행정 프로세스상의 비효율이 발생할 수 있다.

나. 센터 유형

중앙행정기관은 사업의 효과성 제고, 사업성과의 사업화 지원, 정보 수집 및 공유 등 특별한 목적달성을 위해 사업 운영·관리 기능의 전체 또는 일부를 담당하는 별도의 센터를 설립·지정하여 지원하기도 하며, 이는 최근 적극적인 도입이 시도되는 추세이다. 글로벌 줄기세포·재생의료 이니셔티브(GSRI: Global Stem cell and Regenerative medicine Initiative)사업의 경우 연간 약 300억 원을 지원하는 사업으로서, 특수한 분야에 대한 집중적인 지원에 따른 효과를 보다 극대화하고, 성과창출을 가속화하기 위해 GSRAC(GSR Acceleration Center)라는 별도의 센터를 설립하고 미션을 부여하고 있다.

그러나 센터는 과제 선정, 평가 등 관리주체의 핵심기능이 결여되어 있어 강력한 리더십 발휘를 목표로 할 수는 없고, 전문기관과 센터가 연구자들에게 연구 성과 창출에 대한 과도한 부담을 야기할 우려가 내재되어 있다.

다. 사업단유형

특정 연구개발사업의 경우 사업추진의 효율성을 높이기 위한 목적으로 소관부처 산하의 R&D 전문기관 외 별도의 조직을 사업단 등의 형태로 해당 사업을 위한 전문기관으로 지정하여 해당사업에 대한 운영·관리 권한을 위임한다. 복수의 프로젝트로 구성된 단일사업단 추진체계는 해당 분야의 전문성

과 영향력을 갖춘 인력을 사업단장으로 선정하고, 해당 사업만을 운영·관리하기 위한 전담 조직을 구성하여 모든 권한과 책임을 부여하므로 강한 추진력을 발휘할 수 있다.

그러나 정부재원 투입을 통해 한시적으로 운영되는 경우가 대다수이므로, 정부지원 종료 후 자생하기 위해서는 수익 창출을 위한 비즈니스 모델이 구축되어야만 한다는 한계가 존재하며, 사업단과 과제 참여자들 간 이해관계에 의한 공정성과 형평성 문제가 야기될 소지가 있다.

라. 연구단 유형

미래창조과학부의 글로벌프론티어사업, 신기술융합형성장동력사업 등은 연간 100억 원 이상이 투입되는 복수의 목적 지향적 연구유닛을 각각 연구단(또는 사업단) 체계로 운영하되, 과제 선정 및 평가 업무는 소관부처 R&D 전문기관이 담당하는 형태로 운영하고 있다. 복수의 연구그룹으로 구성된 연구단 추진체계는 연구단장 중심으로 연구단 내 그룹연구활동의 시너지 효과 창출이 용이하며, 연구단장은 연구단의 운영·관리와 연구개발 수행을 병행하며 연구리더십을 발휘할 수 있다.

그러나 연구단장이 연구책임자와 운영·관리 책임자를 겸직함으로써 인해 연구단 관리에 충분한 시간을 배분하기 어려울 수 있어 관리전문성에 대한 문제가 제기될 수 있고, 연구단 규모가 작을 경우 관리비용의 규모경제 확보가 어려울 수 있다.

3.1.2 신규 사업 기획을 위한 시사점

최초의 대형 R&D 사업이었던 G7 사업 추진과정에서 주로 문제제기가 되었던 것은 기관 내에서 많은 인적 물적 자원을 사용하고 있으나 독립성이 보장되지 않아 원활한 사업 운영이 어렵고 사업결과의 지속적인 이전 등을 보장 받기가 어렵다는 점이었다.²¹⁾ 이를 반영하여 후속사업인 21세기 프론티어사업에서는 기관에서 독립적인 형태의 사업단을 구성하고 단장의 경우 연구 보다는 사업 총괄이나 조정 등에 전념할 수 있도록 하였다.

글로벌프론티어 사업에서는 연구전문가인 단장들이 실질적으로 연구활동을 하지 못하도록 하는 문제점에 대한 보완 요구가 있었으며 이를 개선한 연구단 방식의 사업 운영제도가 도입되었다.

최근에는 주요 연구개발 참여 부처의 사업들 상당수가 연구단 또는 사업단

21) P모 구 과학기술부 전 차관, L 연구위원 등 G7 사업 기획자 인터뷰를 기초로 작성함

방식의 관리 제도를 도입하여 운영하고 있다.

그러나 이러한 연구단 또는 사업단 방식의 경우 폐쇄적인 사업 운영에 대한 문제점이 지속적으로 지적되고 있다. 사업 운영과정에서 객관적인 평가 등을 거쳐 과제의 퇴출이나 신규 과제가 도입되는 등 신축적인 운영이 이루어져야 하나 온정적 평가가 이루어지고 단장의 지나친 권한 사용 문제 등이 드러나고 있다.

따라서 새롭게 도입되는 신규 R&D 프로그램에서는 무조건적으로 연구단 또는 사업 방식 적용을 의무화하는 것은 지양하여야 한다. 특히 민간부문과의 협력을 추진하면서 시장의 여건이나 새로운 기술 및 경제사회적 변화를 반영하는 등 새로운 환경에 유기적으로 반응할 수 있는 독자적인 사업운영 시스템을 새롭게 마련하여 도입하는 방안을 검토할 필요가 있다.

정부가 일방적으로 사업을 진행하는 것이 아니라 민간기업 및 대학, 연구소 등이 모두 참여하고 재원을 출연하는 대형 R&D 사업의 경우 일률적인 관리 규정이 아니라 사업특성 등에 맞게 계약 내용을 협의하고 이에 근거하여 사업 운영이나 관리 방식을 정하는 방식도 고려할 수 있을 것으로 본다.

세부과제들의 경우 단기 과제 방식으로 진행될 경우 별도의 관리 기구를 두지 않고 연구재단 등에서 일반 과제 관리 차원에서 평가 및 사후관리를 대행하는 대안도 검토 가능하다. 기업이 참여하는 단기과제들의 경우 중소기업 혁신개발사업과 유사하게 단기 사업 관리 방식 적용도 필요하다 하겠다.

아래의 <표 3-1>는 사업단 및 연구단 운영 방식의 특징, 장단점 등을 비교하여 보여주고 있다.

<표 3-1> 사업단 및 연구단 사업추진방식 비교

구분	사업단	연구단
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 별도법인 설립을 통한 독립운영 - 사업단장에 의한 사업관리의 체계적 추진(사업단장의 주 업무는 연구가 아니라 관리) - 사업관리 전담인력(Program Manager) 및 조직 구비 	<ul style="list-style-type: none"> - 전문관리기관에서 사업운영 총괄 혹은 별도법인 설립을 통한 독립운영 - 연구단장이 연구와 사업관리를 겸직(총 연구비의 30% 정도를 연구단장이 직접 집행) - 연구단 산하 연구지원본부 설치 가능
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 사업관리 리더십(관리형 사업단장) - R&D 프로그램 관리의 체계적 추진 - 집단연구의 시너지 창출 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 리더십(연구센터형 단장) - 그룹연구의 시너지 창출가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> - R&D 사업관리 전문 인력 확보의 	<ul style="list-style-type: none"> - 단장의 연구&관리 겸직으로 관리전

	<p>어려움</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사업관리 전담조직 구성에 따른 관리비용 부담 - 사업단장이 많은 세부과제 관리/조정 애로 	<p>문성 결여</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선수-심판 이해 상충 - 연구단 규모가 작을 경우 관리비용의 규모경제 확보 곤란
사례	<p>21세기 프론티어사업 Korea CCS 2020사업 글로벌탐환경기술개발사업 나노융합 2020사업 다부처유전체사업 C1 가스 리파이너리사업 (해외) 캐나다 PRECARN (해외) 호주 CO2CRC</p>	<p>글로벌프론티어사업 신기술 융합형 성장동력사업 공공복지 안전연구사업 기반형융합연구사업 사회문제해결형 기술개발사업 창의소재 디스커버리사업 미래유방 파이오니어사업 (해외) 미국 NSF ERC등 센터형 사업</p>

<표 3-2> 사업단 형태로 운영되는 국가연구개발사업 현황

구분	주무부처	사업기간	사업비 규모	연구단(과제) 수	주요 특징
21세기 프론티어 연구개발 사업	미래 창조 과학 부	<p>총 15년 (1999~2013)</p> <p>사업단별 10년(3+3+4)</p>	<p>총 14,442억 원</p> <p>사업단별 80~100억 원/년</p>	- 22개 사업단	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업단장 책임 운영 체제 <ul style="list-style-type: none"> - 사업단 독립법인화 - 사업단장은 사업 운영 및 관리에만 전념 - 사업관리 전문인력 3~4인 채용 ● 전담평가단과 사업단 자체평가단 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 전담평가단: 사업단 상시 모니터링, 사업단 전체 단계/최종평가 - 사업단자체평가단: 세부과제 선정평가, 관리
Korea CCS 2020 사업	미래 창조 과학 부	<p>총 9년 (2011~2019)</p> <p>사업단별 9년(3+3+3)</p>	<p>총 1,727억 원</p> <p>세부과제별 ~100억 원/년</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 총괄 6개 - 53개 세부 과제 - 2개 단위 (정책·기반)과제 - CCS 기반 조성 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업단장 책임 운영 체제 <ul style="list-style-type: none"> - 사업단 독립법인화 - 사업단장은 사업 운영 및 관리에만 전념 - 사업지원본부 설립·운영(사업지원본부장 및 직원으로 구성)

구분	주무부처	사업기간	사업비규모	연구단(과제)수	주요특징
				센터	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업단은 출범 후 독립법인인 (Korea CCS R&D 센터)로 전환
글로벌탑 환경기술 개발사업	환경부	총 10년 (2011~2020) 사업단별 9년(5+5)	총 7,820억 원 사업단별 40~100억 원 /년	<ul style="list-style-type: none"> - 5개 사업단 과제 (사업단장 주도) - 2개 통합형 과제 (한국환경산업기술원 주관) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업단장 책임 운영체제 - 사업단 독립법인화 - 사업단장은 사업 운영 및 관리에만 참여 ● 사업단 과제는 세부과제, 세세부과제, 위탁과제로 구성 ● 사업단 사무국 구성 및 운영 가능(사업단장, 사무국장, 직원으로 구성)
나노융합 2020 사업	미래창조과학부/ 산업통상자원부	총 9년 (2012~2020) 우수성과 상용화: 3년 현안해결기술 매칭: 1년	총 5,130억 원 국고 4,322억 원 민간 808억 원	<ul style="list-style-type: none"> - 총 335개 과제 (원천 73, 실험 74, 시작품 102, 실용화 86) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업단장 책임 운영체제 - 재단법인 형태 사업단 운영 - 사업단장은 사업 운영 및 관리에만 전념 ● 연구그룹리더 주도의 과제 수행 체계 - 과제 제반 임무를 과감히 이양하여 밀착관리 지향 ● 과제구성: 주관연구기관(최종상용화 실시기업)+공동연구기관
포스트 게놈 신산업 육성을 위한 다부처 유전체 R&D사업	복지부, 미래부, 산업부, 농림부 (농촌	총 8년 (2014~2021) 사업단별 8년(4+4)	총 5,788억 원 세부과제별 ~130억 원/년	<ul style="list-style-type: none"> - 5개 부처 - 15개 세부사업 - 다부처 공동연구사업 5개 	<ul style="list-style-type: none"> ● 범부처협의체를 구성하여 통일적 거버넌스 구축 (부처별 자율성 일부 인정) - 간사부처는 5개 부처 순환 담당, 협의체 사무국 역할 수행 ● 각 부처별 사업단장 공모

구분	주무부처	사업기간	사업비규모	연구단(과제)수	주요특징
	진흥청, 산림청), 해수부				<ul style="list-style-type: none"> ● 미래부/산업부 공동 인프라 구축사업을 매개로 다부처간 밀접한 연계 추진 ● 공동연구사업은 연구(단)센터 등 독립된 운영조직을 구성·운영
C1가스 리파이너리 사업	미래 창조 과학 부	총 9년 (2014~2022) 사업단별 9년(3+3+3)	총 1,830억 원 세부사업별 4~96억 원/년 연구과제별 3~38억 원/년	4대 세부사업 (12개 연구개발과제) 1개 세부사업 (2~6개 연구개발과제)	<ul style="list-style-type: none"> ● Top-down 방식 체계적 계획에 의한 사업단 운영 필요성 강조 <ul style="list-style-type: none"> - 중장기 대규모 예산 투자 - 국가투자목적 명확 ● 개별 단위과제의 총체적 평가를 위한 사업단 체계 <ul style="list-style-type: none"> - 독립법인 형태 - 사업단장 공개경쟁/공모 ● 사업단장이 1개 세부사업 책임자를 겸함 ● 4대 세부사업(1,605억 원) 외 일부 자유공모 추진(135억 원)

<표 3-3> 연구단 형태로 운영되는 국가연구개발사업 현황

구분	주무부처	사업기간	사업비규모	연구단(과제)수	주요특징
신기술융합형성장동력사업	미래 창조 과학 부	총 5년 (2009~2013) 연구단별 5년 (2+3 or	총 2,500억 원 연구단별 30~50억 원/년	총 4개 사업단 (14개 연구단) 신성장동력분야별로 사업본부장	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업본부장은 해당 융합연구단장을 겸직(비상근) ● 기술기획, 기술이전 등 사후관리까지 총괄하는 사업단장 자율·책임 운영제

구분	주무부처	사업 기간	사업비 규모	연구단(과제) 수	주요 특징
		3+2)		선정 및 본부구성	<ul style="list-style-type: none"> - 사업지원단장(상근) ● 사업평가, 진단, 진도 관리 지원을 위해 전문기관(연구재단) 지정·운영
공공복지 안전연구 사업	미래 창조 과학 부	<p>총 7년 (2010~2016)</p> <p>연구단별 5년 (2+3 or 3+2)</p>	<p>총 800억 원</p> <p>연구단별 12~14억 원/년</p> <p>'11년 108억 원</p>	총 13개 연구단	<ul style="list-style-type: none"> ● 연구단장은 별도 공모 없이 총괄연구책임자가 역할 수행 ● 연구단 기술전문가 중심 자율·책임운영 ● 자문단 형태의 공공 복지안전연구협의회 운영 - 산학연 전문가 20인 이내 위원, 간사 1인 (연구재단), 연구책임자 필수참여
기반형 융합연구 사업	미래 창조 과학 부	<p>총 7년 (2010~2016)</p> <p>연구단별 4년 (2+2)</p>	<p>총 400억 원</p> <p>연구단별 12억 원/년</p>	<p>총 4개 연구단</p> <p>융합연구정책 센터 별도 선정 및 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 연구단별 1개 중심기관(Hub:출연연)과 2~4개 연계기관(Spoke:대학)으로 컨소시엄 구성 ● Hub 책임자를 연구단장으로 지정 - 연구단장의 연구 참여율은 30%이상이어야 함 - 사업 운영/관리 총괄적 권한 부여
글로벌 프론티어 연구개발 사업	미래 창조 과학 부	<p>총 13년 (2010~2022)</p> <p>연구단별 9년 (2+3+4)</p>	<p>총 1,200억 원</p> <p>연구단별 50~150억 원/년</p>	총 10개 연구단	<ul style="list-style-type: none"> ● 연구단장은 핵심 또는 세부연구과제책임자 수행 가능 ● 연구단별 운영위원회 구성·운영 - 기획전문가 10인 ● 연구단장 산하 연구지원본부 설치 - 연구지원본부장을 포함 7인 이내

구분	주무부처	사업기간	사업비규모	연구단(과제)수	주요특징
사회문제 해결형 기술개발 사업	미래 창조 과학 부	총 4년 (2014~2017) 사업단별 3년 (1+2) '13년은 시범 사업	사업단별 30억 원/년 '13년 70억원 '14년 140억 원	총 7개 사업단 현재 5개 사업단 운영중 (추가사업단 선정 예정)	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업단장은 총괄/단위 과제 연구 책임자를 반드시 수행해야 함 ● 사업단별 3개 이상의 총괄/단위 과제로 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 산학연 컨소시엄 형태(산업체 필참) - 사업단 자문위원회 구성 및 활용
창의소재 디스커버 리사업	미래 창조 과학 부	총 10년 (2014~2023) 선 기획 6개월 후 선정 연구단별 6년 (3+3)	총 5,103억 원 기획과제 5천만 원 (연구단 3배수) 연구단별 15~25억 원/년	총 42개 연구단 126개 세부과제	<ul style="list-style-type: none"> ● Top-down도출 4대 분야 내 아이디어를 공모하여 선 기획 후 연구단을 구성하는 Bottom-up 방식 ● 전반적 사업운영은 연구재단에서 진행 <ul style="list-style-type: none"> - 과제기획, 연구단도출, 사업운영, 평가관리 등 ● 연구단장협의회를 설치하여 각 연구단 융합연구방법론 공유

3.2. 주요 대형 R&D 프로그램의 성과와 한계

3.2.1. G7 사업의 성과

국내에서 G7 사업의 경제적 효과에 대한 대표적인 연구는 STEPI(2013)이 있다. 해당 연구에서는 G7 사업을 중심으로 대형연구개발 사업이 우리나라 경제에 미친 영향을 살펴보았다. 투입-산출 모형(IO Model)을 이용하여 산업연관 효과를 분석한 결과, 10년 동안 약 3조 6천억 원의 연구개발투자가 이루어졌으며 약 9조 3천억 원의 생산유발 효과가 발생하였고, 약 2조 6천억 원의 부가가치가 창출되었다고 보았다²²⁾. 그래서 김승현(2013)은 G7

22) 1995년 기준 금액임.

발생한 순편익으로 생각할 수 있으며 G7 사업이 산업 발전에 긍정적인 역할을 하였다는 근거가 될 수 있다고 보고 있다.

<표 3-5> G7 사업 참여에 따른 순편익

(단위: 억 원)

연도	투입연구비	원천연구편익 (수준향상)	원천연구편익 (당초수준)	순편익 (기술수준향상에 따른 편익)
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
총계				

자료: STEPI(2013), 대형연구개발사업(G7) 종료 후 10년, 성과와 시사점

3.2.2. 21세기 프론티어 사업성과 분석²³⁾

가. 사업목표 달성도 부문

미래창조과학부는 2010년부터 2013년까지 총 16개 사업단을 평가(이하 ‘개별 사업단 평가’)하였으며, 사업단 별 평가 점수는 <표 3-4>과 같이 최저는 84점에서 최고는 98.75점으로 평균은 92.9점이다.

<표 3-6> 개별 사업단 평가 점수

종료연도	사업단명	평가점수	사업단명	평가점수
2010	●●	85.6	◇◇	94
	◎◎	95	◆◆	88.6
2011	■ ■	84	▲▲	93.88

23) 감사보고서 -대형 국가연구개발사업 추진실태 - (감사원, 2016.3.), p.24-p.30를 참고하여 작성

	△△	95.35	○○	91.63
2012	▽▽	97.14	☆☆	95.88
	▼▼	98.75	★★	93.96
	□□	95.71	※※	94.14
2013	◀◀	87.21	◁◁	95.95
평균	92.9			

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

그러나 개별 사업단 평가의 경우, 논문·특허 건수 등의 기술성 평가지표의 가중치가 기술이전 등 사업화 평가지표의 가중치에 비해 1.8~1.9배에 달하는 등 기초 연구의 성과를 중심으로 평가 되었는데, 21세기 프론티어 사업은 기초·응용 연구뿐만 아니라, 실용화가 가능한 기술을 개발하는 것을 목표로 추진된 점을 고려하면 사업화 성과의 비율이 상대적으로 낮게 반영된 측면이 있다.

또한 21세기 프론티어 사업은 구체적인 기술개발목표를 설정하고, 이 목표를 달성하기 위해 추진된 사업이기 때문에 개별사업단이 당초 설정한 기술개발의 목표를 달성했는지 여부를 명확하게 평가하는 것이 중요하지만, 측정 가능한 성과목표가 설정되어 있지 않아 각 사업단의 연구목표 달성도를 평가 위원의 정성적 평가에 의존하는 등 평가에서 객관성 확보가 미흡했다는 지적도 있었다.

그리고 2014년 실시된‘국가연구개발사업 종료평가’에서도 연구목표 달성도를 주요 평가항목²⁴⁾으로 설정하였으나, 사업단별 세부 목표가 제시되지 않아 최종 목표 달성도를 확인하지 못한 한계도 지적된바 있다.

나. 정량적 성과

1) 특허·논문

21세기 프론티어 사업과 유사한 성격과 규모의 대형연구개발사업은 1992년부터 2003년까지 진행된 ‘선도기술개발사업’(사업기간 10년, 투자액은 3조 6,000억 원)이 있지만, 이 사업은 종료된 지 10년 이상이 되어 자료가 거의 없고, 이를 제외한 다른 사업은 목적·성격·규모 등이 각각 달라 비교대상으로 할 장기대형연구개발 사업이 없다.

24) 기획 당시 설정한 성과목표 달성도와 성과활용·확산계획에 대해 평가

특허 건수를 기준으로 할 경우 바이오신약장기사업 보다는 우수한 편이나 미래유망 파이오니아 사업(미래부 원천기술개발사업)에 비해서는 성과가 부진하다. 논문을 기준으로 평가할 경우에도 바이오 신약장기 사업 보다는 논문 건수가 많으나 미래유망 파이오니아 사업에 비해서는 부진한 것으로 평가할 수 있다.

결론적으로 본 사업이 당초 목표로 했던 성과 목표가 분명할 경우 목표 달성도 또는 대표 논문이나 특허의 질적 평가를 통해 성과 평가가 가능할 것이나 본 사업의 경우 초기 기획부터 목표를 충분히 제시하지 않았고 사업 특성을 반영한 성과 지표 등도 제시되지 않았다.

<표 3-7> 21세기 프론티어 사업의 학술적·기술적 성과 (단위: 건)

구분		특허등록			논문(SCI)		
		국내	해외	계	국내	해외	계
21세기 프론티어 사업	건수	3,143	644	3,787	1,180	9,789	10,969
	1억 원당 건수	0.22	0.04	0.26	0.08	0.68	0.76
바이오 신약장기사업	건수	-	-	147	-	-	662
	1억 원당 건수	-	-	0.16	-	-	0.72
미래유망 파이오니아사업	건수	-	-	506	-	-	1,750
	1억 원당 건수	-	-	0.35	-	-	1.20

주 : 1. 2012년 12월 31일 기준 자료
 2. 1억 원당 건수: 투입된 정부출연금(21세기 프론티어 사업: 14,348억 원, 바이오신약장기 사업: 913억 원, 미래유망 파이오니아사업: 1,457억 원) 1억 원당 성과 수
 자료 : 감사대상기관 자료 재구성

2) 사업화 성과 분석

한편, 미래창조과학부는 21세기 프론티어 사업의 경제적·사회적 성과로 <표 3-6>와 같이 34조 1,907억 원의 직접경제효과와 95조 8,182억 원의 생산유발효과, 560,224명의 고용유발효과가 있는 것으로 발표한 바 있다. 그러나 위의 파급효과산출방법의 타당성이 검증되지 않았고²⁵⁾, 다른 연구개발 사업의 경우 이러한 방법으로 조사하지 않아 해당 양적 성과가 적절한 것인지

25) 이전기술의 경제적 효과가 26조여 원에 달하는 것으로 되어있으나 구체적인 산출근거가 제시되어 있지 않아 타당성을 신뢰하기 어렵다.

가에 대한 판단이 어려운 실정이다.

<표 3-8> 21세기 프론티어 사업의 경제적·사회적 성과

(단위: 억 원, 명)

구분	직접경제효과				간접경제효과	
	이전기술의 경제효과	이전예상기술의 경제효과	기술인프라의 경제효과	소계	생산유발 효과	고용유발 효과
21세기 프론티어 사업	268,924	66,150	6,833	341,907	958,182	560,224

자료 : 감사대상기관 자료 재구성

가) 기술이전율

공공연구기관의 기술이전·사업화 조사 분석에 사용하는 기술이전율이란 기술이전 건수를 기술보유건수로 나눈 비율을 의미하며, 1년간의 기술 이전율을 조사한 당해 연도 기술이전율과 다년간의 성과를 누적 조사한 누적기술이전율이 있다.

$$\text{기술이전율} = \text{기술이전건수} / \text{기술보유건수} \times 100$$

21세기 프론티어 사업이 10년간 계속된 장기대형국가연구개발 사업임을 고려하여 누적기술이전율을 사용하여 성과를 측정 하였다. 21세기 프론티어 사업기간 동안 생산된 기술의 수는 7,977건이며, 기술이전 건수는 545건²⁶⁾으로 누적기술이전율은 6.8%이다.

이에 비해 2014년 기술이전·사업화 조사 분석 자료집에서 분석한 공공연구기관 (공공연구소 및 대학)의 누적 기술이전율은 <표 3-7>와 같이 17.2%로 위의 사업은 공공연구기관의 누적기술이전율보다 10.4%p 낮은 것으로 나타났다.²⁷⁾

26) 기술이전 건수(545건)에는 특허, 실용신안, 디자인 등 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제2조 제1호의 “기술”이 모두 포함되어 있으나, 전체 기술 수(7,977건)는 특허를 출원한 기술만을 대상으로 하고 있어 실제 기술이전율은 6.8%보다 낮을 수 있다.

27) 21세기 프론티어 사업의 누적기술이전율이 공공연구소의 누적기술이전율보다 낮은 사유는 첫째, 21세기 프론티어 사업이 불확실성이 큰 대형연구사업인 반면, 공공연구소의 사업은 비교적 불확실성이 낮고, 규모가 작은 사업이 포함되어 있어 해당 기술의 가치와 별개로 기술이전건수가 높게

<표 3-9> 공공연구기관 누적기술이전 현황

(단위: 건, %)

구분		공공연구소(139)	대학(133)	합계(272)
누적기술 이전 현황	기술보유	153,836	94,411	248,247
	기술이전	28,292	14,502	42,794
	기술이전율	18.3	15.3	17.2

주 : () 안은 각 기관의 수
자료 : 감사대상기관 제출자료 재구성

나) 기술료

기업이 국가연구개발사업에서 발생한 기술을 정부지원기관 등의 연구기관에서 이전하거나 국가연구개발사업비의 지원을 받아 직접 개발 한 기술을 사용하는 경우 해당 기술을 보유하고 있는 연구기관 및 당해 연구개발 사업을 관리하는 연구 관리전문기관에 기술료를 납부하게 된다.

한편 사업규모가 다른 연구개발사업과 비교하려면 기술료의 절대량이 아니라 투입된 정부 출연금 대비 기술료를 비교하는 것이 타당하며, 이를 통해 정부 출연금 1억 원 당 기술료 (이하 '1억 원 당 기술료')를 비교지표로 설정하고 <표 3-8>와 같이 미래창조과학부, 산업통상자원부 연구개발사업의 기술료를 비교하였다.

<표 3-10> 부처별 연구개발 사업 기술료 징수액 현황

부처	연구개발 사업*	연구관리 전문기관	정부출연금 (억 원)	기술료** (백만 원)	1억 원당 기술료 (천원)
미래창조 과학부	미래유망 파이오니아 사업	한국연구재단	1,457	660	453
미래창조 과학부	바이오신약장기사업	한국연구재단	913	1,632	1,787
미래창조 과학부	21세기 프론티어 연구개발사업	한국연구재단	14,348	65,976	4,598

나타날 수 있는 점, 둘째, 21세기 프론티어 사업이 종료된 지 2~5년 정도에 불과해 기술이전을 위한 충분한 시간이 확보되지 않은 점 등으로 추정된다.

산업통상 자원부	항공우주부품기술개발 사업 등 26개 사업	한국산업기술 평가관리원	5,849	40,682	6,955
-------------	---------------------------	-----------------	-------	--------	-------

주 : * 미래유망파이오니어 사업 등 3개 사업은 전체 사업기간 성과, 항공우주부품기술개발사업 등 26개 사업은 2012년~2014년 3개년 기준

** ① 정부출연연구기관·대학 등에서 기술을 개발한 뒤 기업에 이전하면서 받는 금액과, ② 기업이 직접 연구개발에 참여하여 기술을 개발하고 개발된 기술을 자가 실시하면서 연구관리전문기관에 납부하는 금액으로 구성되어 있으나, 산업통상자원부 사업은 ① 금액을 별도로 집계하지 않고 있어, ② 금액만 산정함

자료 : 감사대상기관 자료 재구성

21세기 프론티어 사업의 경우 1999년부터 2013년까지 미래창조과학부 등 정부기관에서 투입한 총 출연금액은 1조 4,348억 원이며, 기술이전 계약 등을 통하여 납부된 기술료는 2014년 6월 현재 659억 원으로 1억 원 당 기술료는 약 459만원이다.

이는 미래창조과학부에서 추진한 바이오·신약장기 사업에 비해서는 높은 수준이나 한국산업기술평가관리원에서 관리하는 항공우주부품개발사업 등의 26개 사업의 평균인 659만원²⁸⁾에 비하면 낮은 수준²⁹⁾에 그치고 있다.

3.2.3. 글로벌프론티어사업 성과 평가

가. 주요 연구성과

2016년 11월 현재까지 사업단별 홈페이지 등을 통해 공개된 주요 성과³⁰⁾는 다음 <표 3-9> 과 같다. 단계평가는 총 9년의 연구기간 중 3회 실시하는 것을 원칙으로 하며, 평가 항목에는 논문, 지적재산권, 기술 이전 실적 등이 있다.

글로벌프론티어 사업의 경우 대부분이 사업단이 현재 진행 중에 있으며 최종성과가 정리되는 마무리단계인 2020년 내외가 되면 대략적인 정량 연구성과가 정리될 수 있을 것으로 보인다.

28) 위 26개 사업은 기업이 직접 연구개발비를 지원받아 개발한 기술을 자가 실시하는 경우 연구관리전문기관에 납부하는 기술료만 집계되어 있고, 기업이 출연연구기관 등에서 개발한 기술을 이전 받는 경우 납부하는 기술료는 포함되어 있지 않다.

29) 21세기 프론티어 사업의 기술료 수입이 산업통상자원부의 사업에 비해 상대적으로 낮은 사유는 산업통상자원부의 사업이 대부분 개발단계 연구로 기술이전이 용이하기 때문인 것으로 추정된다.

30) 성과 평가 등을 위해 제출된 자료는 공개되지 않아 공식홈페이지 등을 활용하여 사업단별 성과 자료를 수집함

<표 3-11> 글로벌프론티어 사업 참여 성과 현황

과제명	논문	지적 재산권	학술대회 논문	기술이전	홈페이지
의약바이오 컨버전스	189				http://biocon.re.kr/ 2016년 11월 18일 현재
실감교류 인체 감응 솔루션 차세대 바이오매스	88	56	106	18	http://www.chic.re.kr/
멀티스케일 에너지시스템	411 국내(3) 국외 (408)	특허출원(177) 특허등록(29)			http://multienergy.re.kr/
나노기반 소프트일렉트로닉 스	1042 SCI (1009) 비SCI (33)	특허출원(294) 특허등록(79)			http://www.case.re.kr/
스마트IT 융합 시스템	539 SCI(49 1) 비SCI (48)	특허출원(601) 특허등록(186)		12	http://kor.ciss.re.kr/
지능형바이오 시스템 설계 및 합성					http://www.syntheticbiology.or.kr/
하이브리드 인터페이스 기반 미래소재	206	특허출원(56) 특허등록(7)		6	http://www.gfhim.re.kr/
바이오나노 헬스가드	187	92			http://www.h-guard.re.kr/
과동에너지 극한제어	166	특허출원 91		3	http://www.camm.re.kr/

자료 : 각 사업단 홈페이지(2016년 11월 18일 조회)

나. 글로벌프론티어 사업성과 관리 시스템 평가

1) 성과관리 현황

글로벌프론티어 사업은 선도형 R&D를 통한 경제·사회적 성과 창출을 위해 연구단 운영의 자율성을 부여하고 연구 성과의 활용·확산을 지원하기 위해

연구단을 별도법인으로 설립하였으며 '4G' 철학에 입각하여 자율적으로 운영한다. 또한 정부지원 종료 이후에도 기술사업화 등을 효율적으로 추진하고 있다.

또한 연구단에서 개발한 우수 연구성과(우수기술)에 대해 전문가(변리사 등)를 활용하여 수요기업 발굴, 기술이전 협상·계약 등을 지원하고 있다.

<표 3-12> 글로벌프론티어 사업의 운영 철학(4G)

자료 : 보도자료(미래창조과학부, 2015.7.8.)

현재 적용되고 있는 「글로벌프론티어 운영관리지침」 제6조의 2항(성과의 활용 등), 제19조(연구개발정보 등록·관리), 제21조(후속지원)에 연구성과의 등록과 활용에 대한 조항이 명시되어 있다. 이에 대한 자세한 내용은 다음 <표 3-11>과 같다.

<표 3-13> 「글로벌프론티어 운영관리지침」 상의 연구 성과 관련 사항

--



자료 : 글로벌프론티어사업 운영관리지침(개정 2016. 1. 29)

2) 평가

전반적으로 성과관리 사후관리 근거나 후속사업 등에 대한 일반적인 지원 근거만을 규정하고 있을 뿐, 구체적인 성과 사후관리 지침이나 세부 내용에 대한 충분한 규정이 미비하다. 또한 글로벌프론티어 사업을 통해 얻은 연구 성과의 귀속에 대한 사항이 명시되어 있지 않고 기술이전이나 사업화 관련 지원 내용도 미흡한 실정이다.

① 초기기획의 준비 부족

글로벌프론티어 사업은 기획단계부터 ‘기초 원천연구 투자 확대’라는 목표 하에 진행된 것으로 종료 단계 이후의 성과관리나 사업화 등에 대한 충분한 고민이나 연계 방안 없이 사업 계획이 수립되었다. 따라서 기업이나 시장 수요에 대한 충분한 점검이나 파악 없이 대형 과제가 기획되어 연구성과가 민간부분에서 활용되지 못하거나 연구로만 끝나고 있어 투자대비 성과가 부족하다는 비판이 지속되고 있다. 특히 사업화 단계까지 포함한 전(全)주기 사업 기획을 했던 21세기 프론티어 사업의 경우에도 사업성과의 이전이나 사후관리 부실로 감사원 평가에서 상당한 비판을 받은 등 한계가 도출된 바

있다.

대형 사업단별 성과 목표 및 지표의 구체화가 이루어지지 않아 성과 및 목표 관리가 충분히 이루어지지 못하고 있으며 사업단장에게 세부과제 기획 선정을 결정하도록 하는 등 크게 강화하였음에도 이에 대한 적절성을 감독하는데 한계가 존재한다. 또한 사업단별 독립적인 과제 평가, 관리, 정산을 실시하는 제도를 운영하고 있으나 전문성, 객관성 부족으로 지속적인 문제가 발생하고 있다.

② 글로벌화의 부진

글로벌 수준의 최고 과제를 선정하고 해외 전문가들이 중심이 되어 사업을 선정, 준비한다는 당초의 기획 의도가 충분히 반영되지 못하고 있다. 즉, 세계적인 수준의 연구주제나 기술개발 등이 이루어지지 않고 시장을 고려한 사업기획이나 국제적 협력 연구 개발이 진행되지 않고 있다.

또한, 단계평가를 실시하여 하위 과제를 과감하게 퇴출하는 제도를 운영하고 있으나 객관적인 평가가 이루어지지 못해 제도가 유명무실화 되는 등 온정적인 평가가 지속되어 우수한 연구 성과 확보에 한계가 있다.

③ 연구주체별 성과 관리 시스템 미도입

글로벌프론티어 사업의 경우 10개 사업단 중 7개가 대학에서 연구를 수행하는 등의 연구자 중심의 대형 과제로서의 한계가 있다. 대학의 경우 논문이나 양적 특허 중심의 평가가 보편화 되고 있고 기술사업화에 대한 인식이나 체계적인 준비가 부족한 상황이다. 사용자인 산업계의 참여 없이 연구자 중심으로 개발을 완료한 후 수요자를 찾는 방식의 성과 이전 방식으로는 연구 성과의 충분한 활용이 어려우나 이를 보완하기 위한 제도적인 개선이 이루어지지 않고 있다.

3.2.4. 기초·원천 연구의 경제적 성과

본 보고서는 원천기술을 확보하기 위한 R&D프로그램을 기획하기 위한 것이므로, 기존의 기초·원천 연구의 경제적 효과를 살펴볼 필요가 있다. STEPI(2014)에서는 우리나라의 R&D 투자의 경제성장 기여도가 전체 성장률에서 차지하는 비중이 1970년대까지 13.9%로 낮으며 10.2%의 경제성장

를 가운데 1.4%를 기여하였지만 1980년대에 들어서면서 R&D 투자스톡에 대한 총요소생산성 탄력성이 대폭 증대한 것으로 나타난다고 말한다. 그리고 1980년대에는 우리나라의 R&D 투자의 경제성장 기여도가 34.2%, 1990년대 25.5%, 2000년대 25.5%로 나타나 경제성장률에 높은 기여를 하고 있음을 볼 수 있다고 한다.

<표 3-14> 한국의 경제성장률 기여도 분해 및 연구개발투자의 효과

한국	1970년대 (1972~79 년)	1980년대 (1980~89 년)	1990년대 (1990~99 년)	2000년대 (2000~12 년)	1972~2012 년

자료 : STEPI(2014), 기초·원천연구 투자의 성과 및 경제적 효과 분석

또한 STEPI(2014)는 21세기 프론티어 사업단의 기초연구 프로그램 사례³¹⁾를 분석하였는데, 기술의 상용화로 인한 기술료 징수실적과 제품개발로 인한 매출액발생 실적을 직접적인 경제효과³²⁾로 보고 있으며, 생산유발효과와 고용유발효과가 발생하여 간접적인 경제효과가 있다고 보았다. 그리고 기술경쟁력이 강화되고 국제공동연구가 진행되고 국제적인 연구기관들과 MOU를 체결하는 등 국제네트워크 구축 효과 등의 다양한 효과가 나타난다고 한다.

기초연구개발의 경제적 효과를 분석한 다른 연구로 STEPI(2008)이 있다.

31) STEPI(2014)의 사례분석은 테라급나노소자개발사업단과 자생식물이용기술개발사업단을 조사하였음.

32) 테라급나노소자개발사업단이 40나노 32기가 낸드플래시 핵심기술이 삼성전자에 103억원의 기술료를 징수하고 이전한 것이 대표적인 성과라고 제시하였으며, 자생식물이용기술개발사업단이 기능성 식품의약 제품 7건을 개발하여 총 2,011억 원의 매출액을 올려 천연물 신약 및 기능성 식품의 약분야에 있어 선도적인 역할을 한다고 제시함.

이 연구에서는 기초연구가 일반적으로 학술논문의 형태로 산출물을 낸다는 것에 착안하여 SCI 논문수를 활용하여 경제전체의 지식스톡을 추정하고 총요소생산성에 미친 파급효과를 추정하였다. OECD 회원국을 대상으로 1976~2004년의 패널자료를 활용하여 분석한 결과³³⁾ 지식스톡에 대한 총요소생산성의 탄력성은 0.46~1.30으로 나타나 지식스톡이 1% 증가할 때 총요소생산성이 최대 1.3% 증가한다고 보았으며, 정부가 기초연구 투자확대 정책을 시행하는 것이 충분히 정당하다고 말한다.

<표 3-15> 지식스톡이 국가단위 총요소생산성에 미친 파급효과

	시차			

자료 : STEPI(2008), 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석

그리고 STEPI(2008)에서는 투자(flow) 및 스톡(stock)이 산업단위의 총요소생산성에 미친 파급효과도 분석하였는데, 기초연구 R&D투자가 총요소생산성에 유의한 영향을 미치는 산업은 대체로 기계장비, 기구 및 운수·장비, 조립·금속제품 산업인 기계·산업분야에서 나타난다고 한다³⁴⁾. 기초연구 직접 R&D 스톡이 총요소생산성에 유의한 영향을 미치는 산업은 금속산업과, 화학산업, 음식산업이며, 간접 R&D 스톡의 경우는 기계 산업과 화학 산업에 유의한 영향을 미친다고 하였다.

<표 3-16> R&D 투자(flow) 및 스톡(stock)이 산업단위 총요소생산성에 미친 파급효과

	음식	섬유	목재	화학	비금속	금속	기계	기타

33) Pooled estimation, Fixed effect model, Random effect model을 사용하였으며, 시차를 0년, 3년, 5년 10년으로 나누어 분석하였음.

34) 기계산업의 기초R&D투자 탄력성은 0.13으로 이는 기초 R&D투자가 1% 증가하면 기계산업 총요소생산성이 0.13%증가하는 것이라 봄.

자료 : STEPI(2008), 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석

STEPI(2008)은 기초연구 사업 중 차세대 양성자 가속기 개발 및 이용 연구사업에 대한 사례분석도 수행하였다. 조건부가치측정법(CVM)으로 해당 사업의 경제적 편익을 추정한 결과 경제적 편익은 2008~2018년까지 연간 1,678억이 발생하는 것으로 나타났으며, 이를 할인율 5.5%로 2008년 기준 현재가치를 적용하면 1조 2,645억 원으로 추정할 수 있다고 하였다.

<표 3-17> 양성자가속기 사업의 경제적 편익

자료 : STEPI(2008), 기초연구 투자의 경제적 파급효과 분석

3.2.4. 성과 제도 개선 관련 시사점

가. 사업기획단계에서의 수요 반영

G7 사업 이후 시행된 대형 R&D 사업들의 경우 기업이 주도적으로 진행하는 사업은 거의 없으며 사업의 사전기획이나 운영단계에서도 산업계의 참여가 부족하였다.

그 결과 성과가 나온 이후에 기술이전이나 사업화 추진을 하고 있고 연구 성과 실용화 진흥원 등 기술이전 기구를 만들어서 성과 확산을 위한 노력을 기울이고 있으나 만족할만한 결과를 얻지 못하고 있다. 특히 글로벌프론티어 사업의 경우 기초원천 분야의 연구가 대부분으로 사업화를 위한 후속 연구 지원이나 사업단 자체의 성과 확산을 위한 사전 준비가 충분하지 못한 것으로 나타나고 있다.

이런 점을 고려할 때 신규사업 기획시 사업성과의 이전이나 확산 촉진을 위해 민간 산업계의 참여를 적극적으로 확대하여야 한다. 적어도 장기 사업의 경우 최종단계에서의 사업화 목표가 분명한 사업일 경우 민간기업의 참여를 의무화하거나 선정 평가시 민간 참여의 충실성 등을 충분히 반영할 수

있도록 하여야 한다. 또한 단계별로 사업화를 위한 계획이나 목표 설정이 분명하게 제시될 수 있도록 하는 것도 고려해야 할 것으로 보인다.

나. 사업개념 및 특성 명확화

사업의 성공 여부를 평가하기 위해서는 사업 목표가 분명해야 하나 현재 R&D 사업의 최종적인 목표 자체가 불분명한 경우가 많다. 신규 사업의 경우 프로그램의 최종 달성 목표가 분명하고 이해하기 쉽게 사전적으로 제시될 필요가 있다. 즉 사업기간 종료 후 동 지표를 이용하여 사업의 성공 여부를 객관적으로 판단할 수 있도록 하는 것이 중요하기 때문이다. 목표가 불분명할 경우 양적 성과나 타 사업과의 비교를 해야 하는 등 평가 자체의 성격이 적합하지 않게 되기 때문에 적절한 사업 목표의 설정 문제는 매우 중요하다.

또한 사업 구성시 개념과 성격이 유사한 사업별로 유형화하여 특성에 맞는 성과 목표 제시 및 관리 방안이 마련되어야 한다. 장기 사업일 경우 사업발 전단계별로 특성을 반영한 사업 목표와 성과 관리 및 이전 내용이 사전적으로 정의되고 평가 받을 필요가 있다.

다. 성과를 고려한 단계별 평가제도 개선

평가제도를 선정, 중간평가, 최종평가 그리고 연구기획단계에서부터 성과 활용 단계에서 점검할 수 있도록 제도화하는 것도 고려할 수 있다.

기획단계의 경우 관련 연구사업의 연계나 상세 기획 개선 등을 통한 성과 창출 중심의 지원 대상 발굴이 필요하다 하겠다. 즉 성과 확보 가능성이 높거나 시장 잠재력이 큰 사업을 선정할 경우에 관련 사업에 대한 집중적인 점검과 함께 활용부분에 대한 고민을 사전 기획에 충분히 반영하였는지를 점검하여야 한다.

선정 평가의 경우 세부 연구계획서 뿐만 아니라 연구책임자나 연구팀의 역량 평가에 대한 집중적인 고려가 있어야 한다. 연구주제의 경우 최종 목표가 분명하고 세부 과제들의 경우에도 성공 여부를 분명하게 판단할 수 있는 성과 목표 및 지표 구성에 대한 평가 비중을 높여야 한다.

단계별 평가에서는 사업 목표 또는 내용의 합리성이나 조정 필요성 등에 대한 고려를 할 수 있도록 신축적인 관리가 필요하다. 다만 폐쇄적인 사업 운영을 막기 위해서 성과 목표 달성 가능성이 적은 과제에 대해 과감하게

퇴출하고 신규 연구주체나 팀을 구성하여 참여가 가능하도록 하는 등 경쟁적이고 개방적인 사업 구조를 갖도록 하여야 한다.

최종 및 추적평가단계에서는 사업성 및 시장성 강화 노력이나 후속 사업과의 연계 등 성과창출 및 활용 중심의 평가 및 관리가 이루어져야 한다.

라. 유형별 성과평가 방법 및 지표 개선

신규 연구사업의 경우 세부사업 또는 사업단별로 유형화가 가능하도록 기획하여야 하며 구분된 유형에 따라 차별화된 평가 방식이나 평가 지표를 가질 수 있도록 기획할 필요가 있다.

현재 주요 원천기술개발사업이나 대형사업의 경우 명시적인 유형이 없고 동일한 잣대로 중간 및 성과 평가를 시행하는 것에 대한 문제점이 드러났기 때문에 신규 사업에서는 유형별 특성을 사전적으로 도출하고 이를 바탕으로 각종 지표를 구성하는 노력이 있어야 한다.

마. 평가 결과 반영 등 전주기적 성과관리 제도

기존 연구개발사업의 경우 선정단계나 중간 평가에 주력하고 있는 반면 최종적인 성공 여부 판정이나 사후성과의 활용을 위한 추적 평가에 대한 관심이 부족하다.

신규 사업의 경우 초기 기획단계부터 성과 추적평가 제도를 명시하고 성과 추적을 할 수 있도록 제도화하여야 한다. 특히 기업이 아닌 대학이나 출연연구기관이 주관연구기관이 되는 경우 성과 관리나 활용에 대한 별도의 장치를 마련하는 등 사후관리를 강화할 필요가 있다.

글로벌프론티어 사업단의 경우 50%가 넘는 사업단이 대학 소속으로 운영되고 있어 기술사업화나 성과이전에 대한 노하우, 관심 부족으로 성과 활용면에서 문제점을 드러내고 있으므로 후속 사업에서는 이러한 제도적인 문제점을 개선할 수 있도록 사전에 준비할 필요가 있다.

또한 각종 평가단계에 제시된 의견이나 평가결과가 실제 연구사업 운영에 어떻게 반영되고 조치되었는지 추적하거나 이를 다시 점검하는 것이 제도화되어 있지 않다. 따라서 새롭게 출범하는 사업에서는 사업 내용 내실화를 위해 각 단계에서의 평가 결과 반영을 체크하고 활용할 수 있도록 하는 노력이 요구된다.

4. 해외 R&D 벤치마킹

4.1. 주요국 R&D 시스템 및 운영특성

4.1.1. 미국³⁵⁾

미국 정부기관의 R&D 프로그램은 다른 국가들과는 달리 정부주도의 중앙집중 방식 기획 시스템이 아닌, 각 연구기관의 독자적인 기획 시스템 방식으로 운영되고 있다. 이러한 독자적인 구조는 정부의 정책 방향에 따라 각 기관이 즉각적으로 대응하지 못한다는 단점이 있지만, 실제 연구 참여자들의 의견을 정책에 반영 할 수 있다는 장점이 있다. 대표적인 연구기관은 DOE, NASA, NSF, ARO 등이 있으며 기관 별 프로그램 운영 현황은 다음과 같다.

가. 부처별 프로그램 운영 현황

1) DOE (Department of Energy; 에너지부)

에너지부는 에너지와 관련한 R&D 활동을 수행하며, 이를 지원하기 위하여 장기적 관점의 전략수립 및 다년도 프로그램 등을 기획 및 추진하고 있다. 수립된 전략계획은 의회 및 행정부의 우선순위를 고려할 뿐만 아니라 현장 연구진의 의견도 반영한다. 이러한 전략계획과 다년도 프로그램 계획을 기반으로 하여 R&D 투자 방향을 결정한다.

가) 전략계획

전략계획은 하향식(top-down)방식으로 에너지부의 고위직으로부터 도출된 비전 및 전략으로 운영계획 및 예산활동을 유도하도록 하고 있다. 전략계획에는 비전 및 목표, 임무, 전략적 이슈, 전략 도출 등이 포함 된다. 전략계획은 매해 기획팀에 의해 검토·보완이 되며, 보완의 정도가 크면 새로운 계획이 수립되기도 한다.

[그림 4-1] 전략목표와 연간 성과목표와의 연계

35) R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014),p.18~p.54를 참고하여 작성

자료 : DOE Strategic Plan, 2016 (R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014) 재인용)

나) 다년도 프로그램 계획

다년도 프로그램 계획의 대부분이 프로그램 수준에서 수립되고 있다. 에너지부 및 EERE의 전략계획은 5~20년의 장기적인 관점에서 목적 및 목표가 제시되는 반면 다년도 프로그램 계획은 3~5년 사이의 중기적 관점에서 전략계획 단계에서 제시하는 전략들에 대해 상세히 설명한다. 다년도 프로그램 계획을 통해서 전략계획 단계에서 개발된 전략 및 전략주제들이 구체적인 기술·자금·요구사항 등으로 바뀌게 된다. EERE가 발행한 가이드³⁶⁾에 따르면 다년도 프로그램 계획은 에너지부와 EERE의 전략 계획과 연관되어야 하며 AOP(Annual Operating Plan, 연간운영계획)에 정보를 제공해야 한다.

[그림 4-2] 전략계획의 계층구조

36) Multiyear Program Plan Template Phase II Guidance, DOE, 2006

자료 : DOE Strategic Plan, 2016 (R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014) 재인용)

다년도 프로그램 계획을 준비할 때는 크게 4가지 요소를 고려해야한다. 첫째, 기간별 목표로 프로그램 목표를 달성하기 위한 계획 기간 동안의 시기이며 둘째, 전략적 기술 목표로 전략적 목표를 달성하기 위해 이루어진 진척을 측정하는 수단이다. 셋째, 마일스톤으로 다음 단계로 진행하기 전에 달성되어야 하는 중요 완성점이다. 넷째, 자원 요구사항으로 참여자에 대한 서술, 관리 조직, 프로그램 진도, 계획된 활동, 스케줄 및 우선순위 등이 해당된다.

[그림 4-3] 전략계획의 계층구조

자료 : DOE Strategic Plan, 2016 (R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014) 재인용)

2) NASA

NASA의 대규모 우주기술 프로그램 및 장기 전략은 자체조직인 OCT(Office of the Chief Technologist)나 NRC(National Research Council)에 의해 수립되고 있다. 2012년 수립된 우주기술 R&D 프로그램에 대한 투자 방향을 제시하는 계획인 SSTIP(Strategic Space Technology Investment Plan, 전략우주기술투자계획)은 OCT에 의해 수립되었지만 우선 순위에 대한 설정 연구는 NRC에서 수행 되었다.

가) NRC³⁷⁾에 의한 전략 수립

NRC의 항공학 및 우주공학 이사회(Aeronautics and Space Engineering Board, ASEB)는 NASA와 관련한 R&D 프로그램 기획을 담당한다. NRC의 연구수행절차는 다음과 같다.

[그림 4-4] NRC의 연구수행 절차

37) NRC(National Research Council, 국립연구위원회)는 NAS(The National Academy of Sciences, 국립과학아카데미)의 산하기관으로 1961년 설립되었다.

자료 : R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술 기획평가원,2014)

NRC의 우선순위 설정과정에 대해 살펴보면, 각각의 기술에 대해 등급을 부여하기 위하여 등급에 대한 정의를 제시하였으며, 0-1-3-9와 같이 비선형등급을 부여하여 각각의 합계의 분포가 차이가 나도록 하였다. 각 기준은 ‘NASA의 목표 및 목적과 일치’, ‘다양한 기술이 가져올 수 있는 위험 및 도전’, ‘잠재적인 혜택’이며 이러한 기준들은 기술의 우선순위를 설정하는데 사용되었다.

<표 4-1> ‘잠재적인 혜택’이라는 기준에서의 등급의 정의

내용	점수

자료 : R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014)

<표 4-2> 'NASA의 목표 및 목적과 일치'라는 기준에서 세부기준과 등급의 정의

구분	내용		점수

자료 : R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014)

<표 4-3> '다양한 기술이 가져올 수 있는 위험 및 도전'이라는 기준에서 세부기준과 등급의 정의

세부기준	내용		점수

자료 : R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014)

나) OCT에 의한 전략 수립

2010년 조직 된 OCT(Office of the Chief Technologist)는 NASA의 전체 기술 정책 및 프로그램에 대한 홍보 및 자문을 담당하고 있다. OCT의 주요 역할은 NASA에서 수행하는 기술 프로그램을 종합적으로 관리하여 투자를 조정하는 것이다.

OCT가 NTEC³⁸⁾와 함께 수립한 SSTIP³⁹⁾는 우주기술투자를 위한 전략으

38) NTEC(NASA Technology Executive Council): NASA의 기술 통합·조정, 전략적 기획 등을 수행하며 OCT에 의해 조직되었다.

로 NASA의 향후 4년간의 우주기술투자방향을 결정하며, 이를 기반으로 하여 매년 예산 편성 계획이 결정된다.

SSTIP에서 제시한 우주기술투자방식은 보완(Complimentary), 인접(Adjacent), 핵심(Core)의 3단계로 구성되어 있다. 핵심투자기술은 향후 4년 동안 NASA 포트폴리오의 70%를 차지하며 NRC가 제안한 우선순위 기술의 16개를 포함한다. 이 중 8개는 선구적이며 크로스 커팅한 기술투자분야이고, 나머지 8개는 개발이 시급한 투자분야이다. 인접투자기술은 향후 4년 동안 NASA 포트폴리오의 20%를 차지하며, NRC가 제안한 우선순위 기술의 83개 기술을 포함한다. 보완기술투자는 포트폴리오의 약 10%를 차지하며 우주기술로드맵에 의해 도출된 나머지 우주기술을 포함한다.

[그림 4-5] SSITP 프레임워크에 적용된 3단계의 기술투자

자료 : Strategic Space Technology Investment Plan, (NASA, 2012) (R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례연구(한국과학기술기획평가원,2014) 재인용)

4.1.2. 독일⁴⁰⁾

가. 개요

독일의 연구혁신 시스템은 부서의 구조와 크기에 따라 매우 다양하게 구성되어있다. 해당 시스템에는 다양한 연구 분야들이 포함되어 있으며, 핵심 분야의 전문성을 높이고 있다. 더욱이 독일의 연구는 정부, 비대학연구기관, 대학과 기업 등 다양한 주체들의 협력을 통해 매우 성공적으로 이루어지고 있다.

39) SSTIP(Strategic Space Technology Investment Plan, 전략우주기술투자계획): 우주기술프로젝트에 대한 최신 정보, 이해관계자로부터의 의견, 고위지도자의 지침 등을 고려하여 개발

40) Federal Report on Research and Innovation 2014 - Abstract

나. 정부

독일의 과학기술 정책 및 연구개발 지원은 연방정부 및 주 정부가 독립적으로 상호 협력하여 예산을 분담 및 지원하고 각 대학 및 공공연구기관은 독립적으로 연구 활동을 수행하고 있다. 연방 교육연구부는 과학기술행정 주무부처로서 국가 과학기술 진흥 기본정책의 수립 및 집행을 총괄하고, 경제기술부·환경부·농업부·국방부 등 기타 연방부처는 소관분야에서 연구개발 지원기능을 수행하고 있다. 16개 주 정부는 과학기술과 관련된 업무를 수행하는 전담부처를 별도로 운영하고 있다. 정부는 연방정부와 주정부의 과학기술 정책 및 전략 조정 등을 위해 연방교육연구부, 연방재무부 및 주정부가 공동으로 참여하는 ‘공동학술회의(GWK)’를 설치해 운영하고 있다.

다. 공공 연구협회

공공 연구협회는 막스 플랑크 연구협회(Max Plank Society), 프라운호퍼 연구협회(Fraunhofer-Gesellschaft), 헬름홀츠 연구협회(Helmholtz Association), 라이프니츠 연구협회(Leibniz Association)로 구성되어 있으며 각각의 특성과 주안점을 갖고 있다. 막스플랑크 연구협회는 82개의 연구기관으로 구성되어 있으며 독립적으로 기초연구와 자연과학, 생물과학, 인문·사회과학 분야의 혁신적인 학제간 연구에 집중하고 있다. 프라운호퍼 연구협회는 66개의 연구기관으로 구성되어 응용지향연구를 중점을 두고 있으며 특히 산업, 서비스기업, 공공부분의 연구를 실시하고 있다. 헬름홀츠 연구협회는 과학, 기술, 의학, 생물분야의 연구를 담당하는 18개의 연구기관으로 구성되어 있다. 해당 기관들의 연구는 국가와 사회의 장기적 목표를 지향하고 있으며, 대학 및 비대학 연구기관과의 협력을 통해 에너지, 지구·환경, 보건, 항공, 우주, 운송의 6개 연구 분야에 대해 전략적으로 최첨단 연구를 추진하고 있다. 라이프니츠 연구협회 또한 대학, 기업, 공공기관 등과 함께 협력해 응용지향 기초연구를 지향하는 89개의 연구기관으로 구성되어 있으며 협력 기관에 과학적 인프라를 제공하고 있다.

라. 대학 및 산업계

대학에 대한 행정 및 재정지원은 주 정부가 총괄하고 연방정부는 프로젝트

를 통해 대학의 연구기능을 보완적으로 지원하고 있다. 대학은 공공연구기관 소유의 연구 기자재를 공동으로 활용하고 교수가 공공연구기관의 보직을 겸하는 등 연구 및 인력교류 활성화에 중점을 두고 있다. 산업계는 응용연구 및 연구 성과의 실용화, 시제품 제작 등의 기능을 수행하고 있다.

[그림 4-6] 독일의 연구혁신 시스템 구조

자료 : Federal Report on Research and Innovation, (Federal Ministry of Education and Research, 2014)

[그림 4-7] 펀딩과 연구 주체에 따른 독일의 R&D분야 지원

자료 : Federal Report on Research and Innovation, (Federal Ministry of Education and Research, 2014)

마. 연구개발 투자

독일의 연방 시스템은 연방정부와 주 정부가 각각 재정을 지원하고 연구를 장려하고 있다. 독일 Art 91 기본법에 따라 연방정부와 주 정부는 연구기관과 지역초월 프로젝트를 지원하고 있다. 연방정부의 R&D 지출은 2005년 90억 유로에서 2012년 135억 유로로 증가했으며 2013년 연방정부 R&D 지출은 145억 유로를 목표로 해 2014년에는 144억 유로를 목표로 계획했다. 이러한 재정지원과 함께 연방 정부는 직접적으로 과학 및 경제 발전과 연관성이 떨어지더라도 공공의 이익을 위해 사회적으로 관련된 연구 분야의 지원을 실시하고 있다.

독일 내 민간분야의 투자는 2011년 511억 유로가 이루어졌으며, 자동차 산업이 약 37%, 전력기술 분야의 R&D 지출이 약 16%, 의료기술 분야에 약 10%, 제약 산업에 8%, 화학 산업에 약 6%가 이루어졌다. 민간분야의

연구개발 투자는 독일 전체 연구개발 투자의 약 67%에 달하며 2011년 산업 관련 R&D 지출은 GDP의 1.9%에 달한다. 민간분야의 R&D 지원은 과학 분야와 산업분야의 협력에 따라 더욱 증가할 것으로 예상된다.

Art 91 b 기본법에 따라 연방정부와 주 정부는 자체적으로 독일의 연구기관을 감독 및 지원하는 독일연구재단에 재정지원을 실시한다. 또한, 독일 내의 많은 재단이 과학연구에 다양한 방법으로 재정지원을 실시하고 있다. Robert Bosch Foundation, Volkswagen Foundation, Klaus Tschira Foundation과 같은 주요 재단은 수많은 연구 분야의 연구프로젝트와 기관들을 지원하고 있다. Donors' Association for the Promotion of science and Humanities in Germany는 산업분야와의 협력을 통해 독일의 과학기술 연구를 지원하고 있다. 2012~2013년에는 580개가 넘는 단체가 지원을 받았으며 Donors' Association 하에서 25억 유로가 넘는 총자산이 등록되었다.

첨단기술전략은 개별적인 연구개발에 집중하는 것이 아니라 기초연구에서부터 응용연구를 포함해 전 과정의 가치창출을 이루고자 한다. 독일 연방정부의 연구개발 혁신 정책은 첨단기술전략 정책을 토대로 이루어지고 있으며, 첨단기술전략 정책은 2006년부터 부서 간 연구혁신 활동을 통합하기 위해 활용되고 있다. 첨단기술전략은 전 지구적 대응이 필요한 현안과제를 보건, 기후·에너지, 이동성, 보안, 통신 등 5대 중점영역으로 구분하고, 각 중점영역에서 예상되는 새로운 시장 창출에 기여할 수 있도록 정부 프로그램과 연계하는 것을 목표로 한다. 2014년의 연방정부의 R&D지원은 144억 유로가 계획되어져 있으며 부서별 R&D 지원은 [그림 4-8]와 같다.

[그림 4-8] 연방정부의 부서별 R&D 지출

자료 : Federal Report on Research and Innovation,(Federal Ministry of Education and Research, 2014)

<표 4-4> 각 영역별 추진계획 및 목표

자료 : Federal Report on Research and Innovation,(Federal Ministry of Education and Research, 2014)

5대 중점영역에서의 현안 과제를 기술적으로 해결하고, 새로운 제품 및 서비스창출에 필요한 핵심요소로서 연방 정부 주도의 핵심기술(Key Technologies)분야의 투자가 이루어지고 있다. 이는 독일이 경쟁력을 갖춘 자동차산업, 의료기술, 기계공학, 물류산업 등 주요 산업분야를 주도하고 핵심기술 연구를 통해 신재생에너지 시장 및 포스트오일(post-oil)시대를 개척하는 것을 목표로 한다. 그리고 사회 현실을 고려하고 반영하기 위해 기타 연구 우선과제를 설정해 교육, 경제, 인문, 사회과학 등 다양한 분야에 걸친 연방정부의 연구혁신 자금지원이 이루어지고 있다.

기업이 혁신적인 제품, 공정, 서비스를 시장에 도입하는 과정에서 중소기업의 경우 국가의 지원이 필수적인 점을 고려해 연방 정부의 펀딩프로그램은 중소기업을 대상으로 한 지원도 실시하고 있다. 이러한 지원은 중소기업의 연구개발 및 혁신을 강화시키는 원동력을 제공해주고 R&D 개발에 수반되는 위험을 줄여줄 뿐만 아니라 기업들이 빠르게 R&D 결과물의 상품성을 갖출 수 있게 도와주며 중소기업과 연구기관 간의 협력을 확대시키는 역할을 한다. 또한, 이는 중소기업들의 R&D 협력과 혁신 네트워크의 참여를 확대시켜 준다. 정부는 기술력을 기반으로 한 스타트업 기업과 신생 기술기업들을 위해 재정지원과 벤처캐피탈 활성화를 통해 지원하고 있다.

바. 정부의 연구혁신 정책

독일 연방제의 구조는 지역적 강화와 16개 주정부가 개발 가능한 환경과 조건에 맞춰 발전하는 것을 가능하게 했다. 독일 연방정부의 관련활동 지원과 더불어 16개 주 정부는 연구, 기술, 혁신 정책 분야를 포함한 지역특성 강화 지원을 실시하고 있다. 이러한 지역 특성 혁신 프로그램은 전통적인 산업 중심 개발에서 현대의 첨단기술 서비스 중심으로 전환하는 데에 중요한 역할을 한다.

<표 4-5> 지역별 핵심 R&D 분야

자료 : Federal Report on Research and Innovation,(Federal Ministry of Education and Research, 2014)

4.1.3. 핀란드 (기술혁신재단, Tekes)⁴¹⁾

가. 개요

기술혁신재단(이하 Tekes)은 핀란드의 주요 R&D 공공자금조달기관으로 핀란드의 경기침체를 해결하기 위해 1970년대에 설립되었으며, 1983년부터 과학기술분야를 주된 업무로 하였고, 최근에는 중소기업과 벤처기업의 성장과 혁신을 위한 지원기관의 역할을 갖추게 되었다.

41) 한국산업기술진흥원(2013) -핀란드 Tekes의 연구개발 지원전략과 성과평가-를 참고하여 작성

<표 4-6> 핀란드 과학기술혁신정책의 진화와 조정기구

	•
	•
	•
	•

자료 : Parkkari, Implementing National Innovation System Continuities and Reforms-A Case Study Finland, 2009), 연구회 융합연구사업과 소관기관 융합연구의 효율적 기획 및 관리를 위한 선진사례연구 (과학기술연구회, 2015) 재인용

나. 역할

핀란드는 정부차원에서 연구개발혁신(Research, Development, and Innovation; RDI)을 촉진하기 위한 구체적인 정책들을 개발해 왔다. 또한 민간투자의 공백, 제도 미비 및 구조적 결함을 극복하기 위해 혁신 활동에 대한 정부의 개입과 R&D 예산확대를 통해 경쟁력을 강화하기 위해 노력했다. 그 노력의 일환으로 1990년대부터 국가혁신체제(National Innovation System)⁴²⁾에 따라 과학기술혁신 활동의 우선순위 및 핵심역량을 중심으로 성장전략을 추진하였다.

기술 및 혁신을 위한 지원 조직인 Tekes는 핀란드 고용경제부 산하기관으로 국가혁신체계 내에서 핵심적인 역할을 수행하고 있으며, 핀란드 정부의 R&D 지원을 위한 심사 평가, 자금지원, 연구 집단에 대한 자문활동을 수행하고 있다.

다. R&D 지원 프로그램

42) 노동, 자본, 기술 등 요소투입 증가를 통한 경제성장이 한계에 봉착하면서, 지식경제하의 새로운 경제 사회 발전전략을 모색하는 과정에서 형성된 개념으로 기업, 대학, 연구소 등 혁신주체들의 새로운 지식 창출, 확산, 활용을 극대화하여 국가경쟁력을 제고하기 위한 민간 및 공공조직과 제도들의 네트워크 및 총합을 의미한다. 국가적 차원의 효율성을 강조한다.

Tekes와 산업계 및 학계는 전략적으로 중요한 R&D 분야나 연구주제를 미리 선정한 후 자금을 지원하였다. 프로젝트들은 기업과 연구기관들이 공동으로 참여하여 국가혁신전략을 위해 반드시 필요한 영역에서 다양하게 구성된다. 각 프로젝트에 대한 자금지원 규모는 전체 예산의 50% 수준이며, 나머지 자금은 해당 프로젝트에 참여하는 기업과 연구기관이 부담한다. 프로젝트 수행기간은 4~6년이며, 핀란드에서 사업이나 연구 활동을 영위하는 모든 기관이나 기업이 참여한다. 공공연구기관이나 대학들은 연간 혹은 격년 단위로 응모하게 되며, 대부분 Tekes의 전문가들이 제안서 심사를 통해 지원 대상을 선정한다. 기업은 연중 응모가 가능하며, 자체 프로젝트를 통해서 프로그램에 참가하거나 공동 연구프로젝트에 함께 참여한다.

Tekes 프로그램은 기업들과 연구기관 사이의 협업과 네트워킹을 장려하고 다양한 형태의 지원과 효율적 성과 관리를 강조한다. 특히 중소기업의 참여가 강조되고 있으며, 이들이 주요 대기업 및 공공 연구기관들과 협력할 수 있는 기회를 적극적으로 후원한다. 또한 이 프로그램은 직접적인 연구개발 자금 지원 이외에도 기술교류, 세미나, 교육 프로그램, 석학 초빙 등의 서비스를 제공하는데, Tekes가 자금을 지원하는 대부분의 R&D 프로젝트는 국제 R&D 협력과 연계되며 연구인력 교환과 정보교류, 국제협력을 장려한다. 평가단계에서는 외부 전문가 집단이 사업 진행 중간 및 종료 시점에 평가를 하게 되며, 평가결과를 토대로 해당 프로젝트의 개선점을 제시하고 지속적인 지원 여부를 결정한다. 평가 결과는 해당 프로젝트에만 국한되어 적용되는 것이 아니라 다른 프로젝트에도 참고자료로 활용되며, 이에 따라 단순한 성과 관리에 그치지 않고 효율적인 데이터 축적과 연구역량 개선이라는 효과를 기대한다.

Tekes는 몇 가지 분야에 집중하여 프로그램을 운영하고 있는데, 그 분야에는 1) 천연자원과 자원 효율성, 2) 사업 및 산업에서의 정보화 개선, 3) 웰빙과 건강, 4) 신사업생태계, 5) 시장 접근, 6) 가치창조가 있다. 이러한 분야에 집중하여 Tekes는 다음과 같은 R&D 프로그램을 운영하고 있다.

<표 4-7> Tekes의 R&D프로그램

구분	기간	내용
5 th Gear	2014-2019	국제적인 투자를 위한 우선 목표로 차세대 무선 데이터 커뮤니케이션, 새로운 비즈니스 창출, 핀란드 급성장과 관련된 연구
Arctic Seas	2014-2017	핀란드를 국제적으로 북극지방에 대한 전문지식을 가진 국가로 만들

BEAM - Business with impact	2015-2019	핀란드가 외교문제를 위한 Tekes와 정부의 합작프로그램으로 핀란드와 개발도상국의 지속적인 발전을 목표로 함
Bits of Health	2014-2018	디지털화를 활용하여 건강과 관련된 병의 초기진단, 건강 모니터링과 개개인에 맞는 치료법에 대한 제품과 서비스를 개발하여 국제적인 성장 노력
Feelings - Intangible value creation and experienced value	2012-2018	이 프로그램은 주요 비즈니스를 효과적으로 성장시키기 위해 기술과 전문가를 통해 고객의 경험과 감정, 의미를 높이기 위한 것으로, 회사들이 브랜드, 명성, 지식자산을 포함하여 그들의 무형자산을 개발하도록 장려함
Industrial Internet - Business Revolution	2014-2019	산업인터넷을 통해 회사의 비즈니스 운영을 재개하고 다른 분야의 회사에게 새로운 종류의 협력에 관여하도록 장려
Innovative Cities	2014-2017	핀란드에 국제적으로 이목을 끌 수 있는 혁신 클러스터를 만드는 것이 목표인 이 프로그램은 세계 시장을 위한 신제품 및 새로운 서비스 개발을 통해 성장하는 것이 목적임
Liideri - Business, Productivity and Joy at Work	2012-2018	2020년에 핀란드가 유럽에서 가장 경쟁적인 작업장을 가지는 것을 목표로 하는 이 프로그램은 경영 방식과 직업구성 및 작업방식을 개선을 하는데 있어 급진적 변화를 요구할 것임
Smart & Green Growth - clean transition to the bioeconomy	-	핀란드 바이오경제와 환경개선분야에서 국제적으로 매력적인 R&D 환경과 비즈니스 생태계를 만드는 것을 목표로 함
Smart Procurement	2013-2016	조달의 우수성과 시장개발을 통해 혁신의 도입 속도를 높일 것임
Witty City	2013-2017	사람들에게 더 나은 삶과 작업 환경, 신제품과 새로운 서비스를 생산할 수 있는 회사를 제공하고자 함

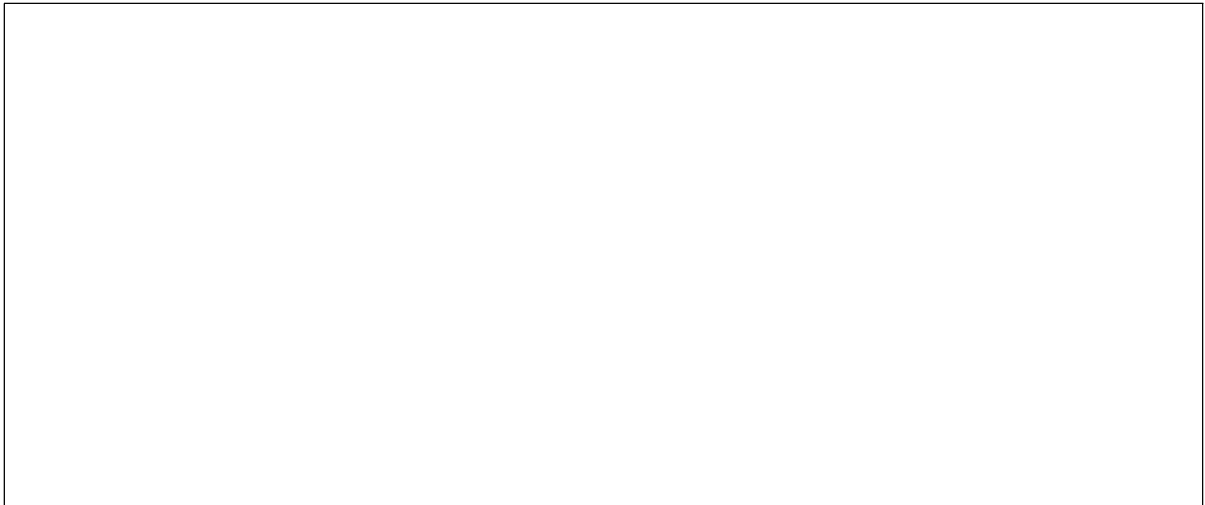
자료 : Tekes 홈페이지(www.tekes.fi/en/programmes-and-services/tekes-programmes)

4.2. 민관 협력 연구프로그램 (R&D Public Private Partnerships)

4.2.1. Horizon 2020과 R&D PPPs

EU의 대표적인 연구개발투자 정책인 Horizon 2020 프로그램은 9개의 사무국에서 총괄적으로 관리하며(parent DG), Parent DG들은 실질적인 프로그램 단계인 Work Programme를 정의하고 지원하는 정책 방향을 정하는데 세부사업의 선정이나 지원 기준과 방식까지 포함하는 구체적인 사업의 철학 및 운영방식을 결정한다. Work Programme 예산 결정시 회원국 및 의회와의 지속적 협의를 통해 투자 규모를 조정하는 특징이 있다.

<표 4-8> 9개의 사무국: Parent DG



자료 : EPRS, based on European Commission data.(Horizon 2020 budget and implementation (EPRS, 2015) 재인용)

[그림 4-9] Horizon 2020의 실행

자료 : EPRS, based on European Commission data.(Horizon 2020 budget and implementation (EPRS, 2015) 재인용)

Horizon 2020 programme에 참여하는 다양한 과학기술 전문가들이 Work Programme 준비단계에서 European Commission에게 각 프로그램들이 Horizon 2020의 특성과 목적에 부합하는지 여부 등을 조언하고 있다.

또한 European Association of Research and Technology Organizations(EARTO), The League of European Research Universities, Euro Science, A grassroots association of European Researchers, The European Universities 등 다양한 Stakeholder들이 관련 예산 심의 및 프로그램 준비단계에서 의견을 제시한다.

22개 기관이 프로그램 실행을 위해 참여하며, 75% 이상의 예산이 DG외의 외부 기관에 할당되는 등 개방형 프로그램으로 진화 중이다. Five Commission DGs, our executive agencies, Four public private partnerships, Seven public private partnerships, The European Institute of Innovation and Technology, The European Investment Bank (EIB)과 같은 주요 기관들이 Horizon 2020 실행에 참여하고 있다.

Horizon 2020에는 크게 2가지 유형의 민관협력연구개발프로그램이 존재한다. 첫 번째 유형은 JTI(Joint Technology Initiative)로서 유럽의 법률에 의해 구속을 받는 법인을 정부와 민간이 공동으로 구성하여 운영하는 방식이다. 두 번째 유형은 보다 신축적인 민관 부문과의 협력을 위해 사업의 주요 내용이나 추진 관련 내용을 계약서(contract)에 축약적으로 적시하고 관련 연구기관이나 대학, 기업들이 참여하는 협의체와 정부가 프로그램을 운영하는 cPPPs(contractual Public Private Partnerships: framework partnerships agreement)가 있다.

아래의 표는 JTI와 cPPPs 방식으로 추진하고 있는 유럽의 민관협력사업 R&D PPPs 대표 사업을 제시하고 있다. 연구 주체나 범위는 매우 다양하며 시장 접근성이 높은 주제는 물론 유럽의 사회적 이슈 등을 해결하는 연구주제도 포함되어 있는 점이 특기할 만하다.

<표 4-9> EU의 R&D PPPs 유형과 대표 사업

Joint Technology Initiatives (JTIs)	Contractual PPPs (cPPPs)
<ul style="list-style-type: none"> · Innovative Medicines (IMI) · Clean Sky · Single European Sky ATM Research (SESAR) · Fuel Cells and Hydrogen (FCH) · Electronic Components and Systems (ECSEL - old ARTEMIS + ENIAC) <p>New:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Bio-based Industries (BBI) 	<ul style="list-style-type: none"> · Factory of the Future (FoF) · Energy-efficient Buildings(EeB) · Green Vehicles (EGVI) · Future internet (5G) <p>New:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Sustainable Process Industry (SPIRE) · Robotics · Photonics · High performance Computing

4.2.2 협약형 R&D PPPs 사례(cPPPs)

연구 분야의 PPPs가 2008년 금융위기와 경제침체에 대한 유럽의 대응의 한 부분을 담당하고 있다. 제조업 분야의 산업주도 연구를 통한 경쟁력 강화를 위해 위원회는 글로벌 금융 위기의 결과로 나타난 제조업, 건설 및 자동차 부문의 수요 감소 등을 극복하기 위한 적극적인 대응으로 유럽 경제회복 계획에 따라 Factories of the Future, Energy Efficient Buildings, Green Cars의 3가지 주요 PPPs를 제안하였다.

가능한 한 빨리 착수하기 위해 이들 PPPs는 일련의 조정 과정을 거쳐 기존의 FP7의 도구를 활용한다. 이러한 PPPs에 참여할 수 있는 법인으로 민간 분야는 비영리단체인 EFFRA(European Research of Future Research Association) 와 E2BA(Energy-Efficient Buildings Association)를 설립하였다.

이와 동시에 FP7의 마지막인 2013년까지 세 가지 산업 분야의 대표자가 참여한 ad-hoc Industrial Advisory Groups에 의해 연구 우선순위의 다년간 로드맵이 작성되었다. 이러한 로드맵과 기존의 다섯 개의 JTIs의 설립 및 운영과정에서 얻은 교훈을 기반으로 보다 효과적인 민간부문의 참여가 이루어지고 있고 사업 프로그램도 확장되고 있다.

아래에서는 초기에 시행된 주요 사업 cPPPs들에 대한 개략적인 소개를 한

다.

가. Energy Efficient Buildings(EeB)

EeB는 European Commission(이하 EC)과 민간부분인 Efficient Buildings Association (E2BA)의 파트너십으로 벨기에 법에 의해 등록된 법인이다. EC와 함께 PPPs를 준비하고 운영하며, 산업의 참여(Engagement)를 추구할 뿐만 아니라 PPPs 내에서 회원들의 관심을 나타내고 조직화하고 있다.

E2BA는 General Assembly, Steering Committee, Executive Board, Scientific Council, Additional Member로 구성되어 있으며, [그림 4-2]는 보다 세부적인 구성 현황을 제시하고 있다.

[그림 4-10] E2BA의 주요 구성원

자료: Energy Efficient Buildings European Initiative (E2BA)

각각의 구성원의 역할을 보다 구체적으로 살펴보면 The General Assembly는 운영위원회 구성원을 선출하고, 회원의 재정 기여를 결정하고 예산을 승인하며, 새로운 구성원의 가입을 결정한다.

[그림 4-11] E2BA 주요 구성원의 역할

자료: Energy Efficient Buildings European Initiative (E2BA)

Steering Committee는 협회의 모든 활동을 관리하고, 연간 총회보고서를 작성하며, 사무총장을 임명한다. 나아가 연간예산을 준비하고 신규 멤버의 신청서를 검토하고 가입 승인 결정을 The General Assembly에게 제안한다.

초기 창립 멤버에 의해 형성된 The Executive Board는 운영위원회의 결정을 실행하고, 협회의 경영현황을 확인한다. 운영위원회에 의해 임명된 10명 이상의 회원으로 구성되어 있는 The Scientific Council은 연구위원회의 자문기구로서의 역할을 수행한다.

마지막으로 Additional Member에는 Large Industrial (대형 산업 및 상업 기업), Research Organization's Members (국가 인정 대학, 연구 기관, 비영리 연구 센터), SMEs (중소 규모 기업 250 미만 사람, 중소기업 협회 및 전문 기관), Organization's and Public Agencies (건설이나 건물의 혁신 추진에 적극적인 공공 또는 민간단체)가 포함된다. [그림 4-3]은 Additional Member의 구체적인 구성 비율을 제시하고 있다.

나. European Green Vehicles Initiative Association(EGVIA)

European Green Vehicles Initiative Association(이하 EGVIA)은 Horizon 2020 규정 19조에 근거하여 위원회와 민간부문의 계약상 합의를 통해 설립되었다. 계약상의 합의내용은 민간과 공공부문의 역할과 책임, 파트너들 각각의 의무와 European Commission(EC)의 재정적 지원 범위를 구체화하고 있으며, 계약들은 양해각서(MOU)의 성격을 가진다.

민간부문은 EGVIA로 대표되며, 벨기에의 법에 따라 국제적 비영리 조직의 형태로 만들어진 법적독립체이다. EC와 계약상의 PPP에 관여하고, 유럽의 Framework Programmes 수행을 위한 EC의 서비스에 협력하는 역할을 담당한다. Framework Programmes는 연구, 가치사슬에 따른 기술개발, 시연으로 구성된다.

[그림 4-12] Horizon 2020 EGVIA R&D PPPs 개념도

자료 : EGVIA 홈페이지 (<http://www.egvi.eu>)

EGVIA PPP 파트너십 위원회는 PPPs의 이사회로 설립되었으며, EC와 EGVIA 간 의논을 위한 주요 메커니즘, 계약상 의무에서 예상하는 목적을 달성하기 위한 활동을 수행한다. 이사회 안에서 민간과 공공부문은 EGVIA PPP의 Work Programmes를 함께 준비하기 위해 meeting을 정례화하고 있다.

EGVIA는 파트너십 위원회의 민간부문 구성원을 추천하며, 파트너십 위원회는 EGVIA와 관련된 ERTRAC, EPoSS, Smart Grids와 같은 다양한 커뮤니티를 대표하고 있다.⁴³⁾

회원자격을 위한 신청은 공정하고 투명한 방식으로 총회에서 제시 및 고려되며, 회원자격 신청은 투표에 의해 승인이 결정된다. 2013년 기준, 산업과 연구분야에서 정회원이 57개 기관, 준회원이 7개 기관으로 구성되었다.

EGVIA는 위원회에 투입되는 준비와 프로젝트에 있어 모든 관련된 투자자들이 참여할 수 있도록 적절한 상담과정을 진행하는데, 컨퍼런스, 워크숍, 컨소시엄을 구성하기 위한 기회는 개방성을 원칙으로 마련되어야 하며, 모든 회원들이 모든 행사에 초대될 수 있도록 하고 있다. 보고서는 모든 연구 단체로부터 EGVIA 주제에 관한 조언을 듣기위해 공개적이고 투명한 방식으로 모든 회원에게 배부한다. 또한 연구 회원들에 의해 선출되어 그들을 대표하는 이사회참관인은 모든 이사회와 파트너십 이사회 모임에 참여한다.

EGVIA는 관련 정보와 결과물을 Horizon 2020 규칙에 따라 공공부문이 원칙적으로 자유롭게 이용할 수 있게 보장하고 있다. 오픈소스(open-source)를 기반으로 출간된 프로젝트 보고서와 대중에 공개할 수 있는 다양한 통신수단을 개발하여 프로젝트의 내용과 활동에 관한 정보를 광범위하게 배포하고 있으며, 모니터링과 평가과정의 결과 등 주요 정보가 연간 진행보고서 형태의 일반적인 방식으로 출간되는 등 일반 공개 원칙이 적용되고 있다.

다. Factories of the Future (FoF)

Factories of the Future Partnership(이하 FoF)은 Horizon 2020 규정의 19조에 근거하여 위원회와 민간부문의 계약상 합의를 통해 설립되었으며, 민간 및 정부부문의 역할과 의무, 2014-2020년까지의 EC의 재정적 지원범위는 양해각서(MoU)의 형태로 보다 구체적으로 명시되어 있다. MoU는 EU 및 국가예산 법 특성상 민간 및 정부부문에 있어 법적으로 구속되어 있지는 않다.

FoF는 European Commission과 민간부분인 European Factories of the Future Research Association(EFFRA)의 파트너십으로 EFFRA는 벨기에의 법에 의해 등록 되었다. 연구 우선순위 개발, 정보의 확산, 파트너십과 경쟁전 협력 촉진, 공정하고 투명한 PPP 운영 등의 활동들을 바탕으로 FoF PPP

43) ERTRAC는 유럽도로교통연구자문위원회, EPoSS는 European Platform on Smart Systems, Smart Grids는 기존보다 업그레이드된 전력망을 아우르는 개념으로 전력서비스를 디지털화해 다양한 정보를 제공 수용하고 전기를 효율적으로 사용하게 하는 플랫폼에 해당한다.

수행에 있어 민간부문의 대표자 역할을 수행하는 것을 목표로 하고 있다.

[그림 4-13] FoF의 PPPs의 조직구조

자료 : Factories of Future Road Map(EFFRA)

2009년부터 2013년까지 이루어졌던 FoF 주요 연구 분야와 2020년까지 이루어질 주요 연구 분야는 <표 4-11>에 제시되어 있다. FoF 연구는 Factory and Nature, Factory as a Good Neighbour, Factories in the Value Chain, Factory and Humans와 같은 장기적 패러다임에 근거하여 이루어질 예정이다.

<표 4-10> FoF의 주요 연구 분야

2009~2013년 주요 연구 분야
·Sustainable manufacturing (people friendly and Eco-friendly factories)
·ICT-enabled intelligent manufacturing (smart factories, digital factories, virtual factories)
·High productivity manufacturing (adaptive production equipment, high-precision manufacturing, zero defect manufacturing)
·New materials in manufacturing (materials efficiency, manufacturing processes for new high performing materials)
2020년까지의 주요 연구 분야
·Advanced Manufacturing Processes
·Adaptive and Smart Manufacturing Systems
·Digital Virtual and Resource Efficient Factories

·Collaborative and Mobile Enterprises

·Human-Centred Manufacturing and Customer-Focused Manufacturing

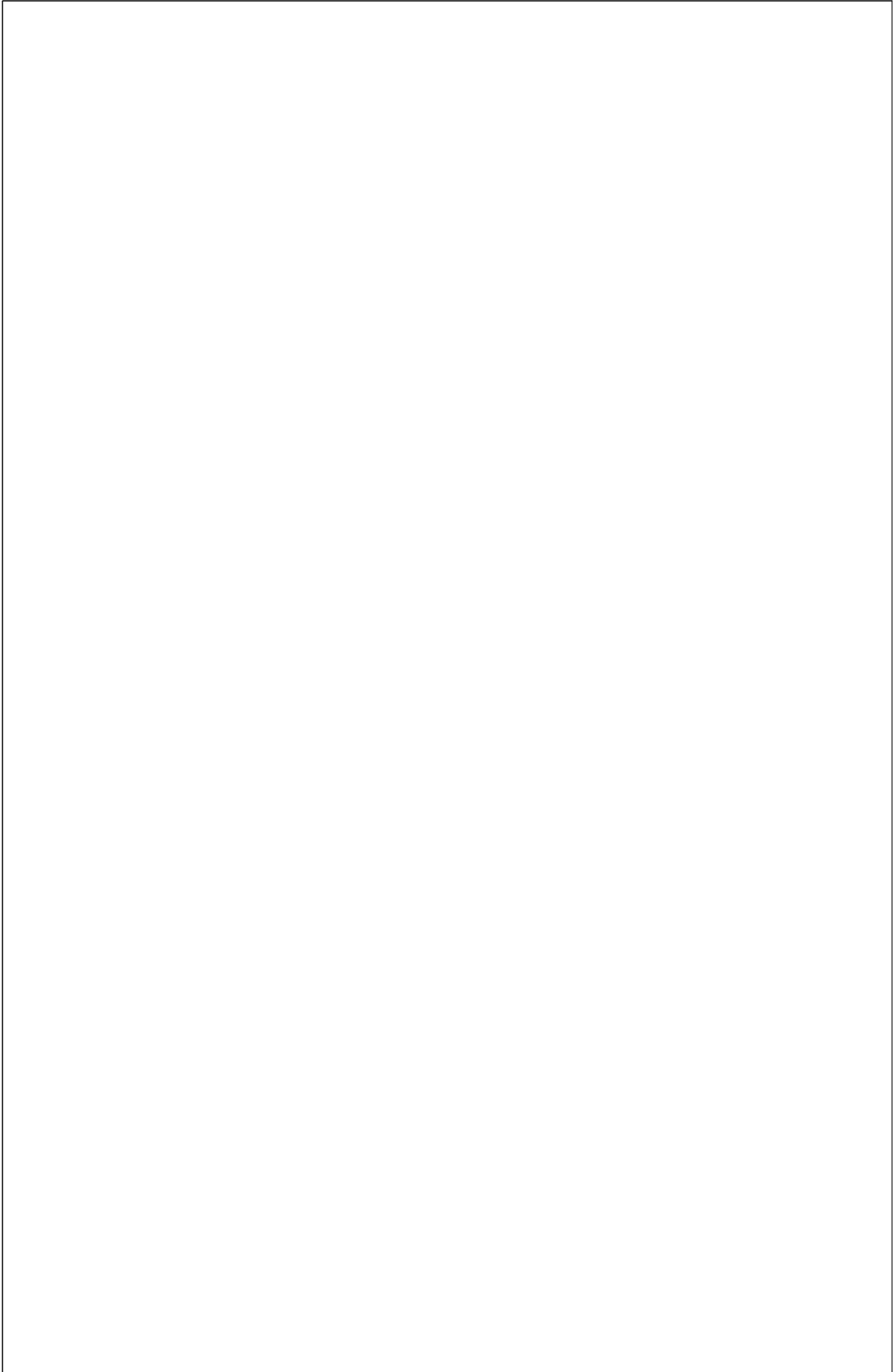
FoF PPPs는 매년 각각 500백만 유로를 공공부문과 민간부문에 요구하여, Horizon 2020사업이 진행되는 동안의 전체적인 예산이 70억 유로에 달한다. EFFRA는 관련 정보와 결과물을 Horizon 2020 규칙에 따라 공공부문이 이용할 수 있게 보장하고 있으며, 프로젝트의 내용과 활동에 관한 정보를 광범위하게 배포하고 있다. 모니터링과 평가과정의 결과는 연간 진행보고서 형태로 출간되는 등 일반 공개가 원칙이다.

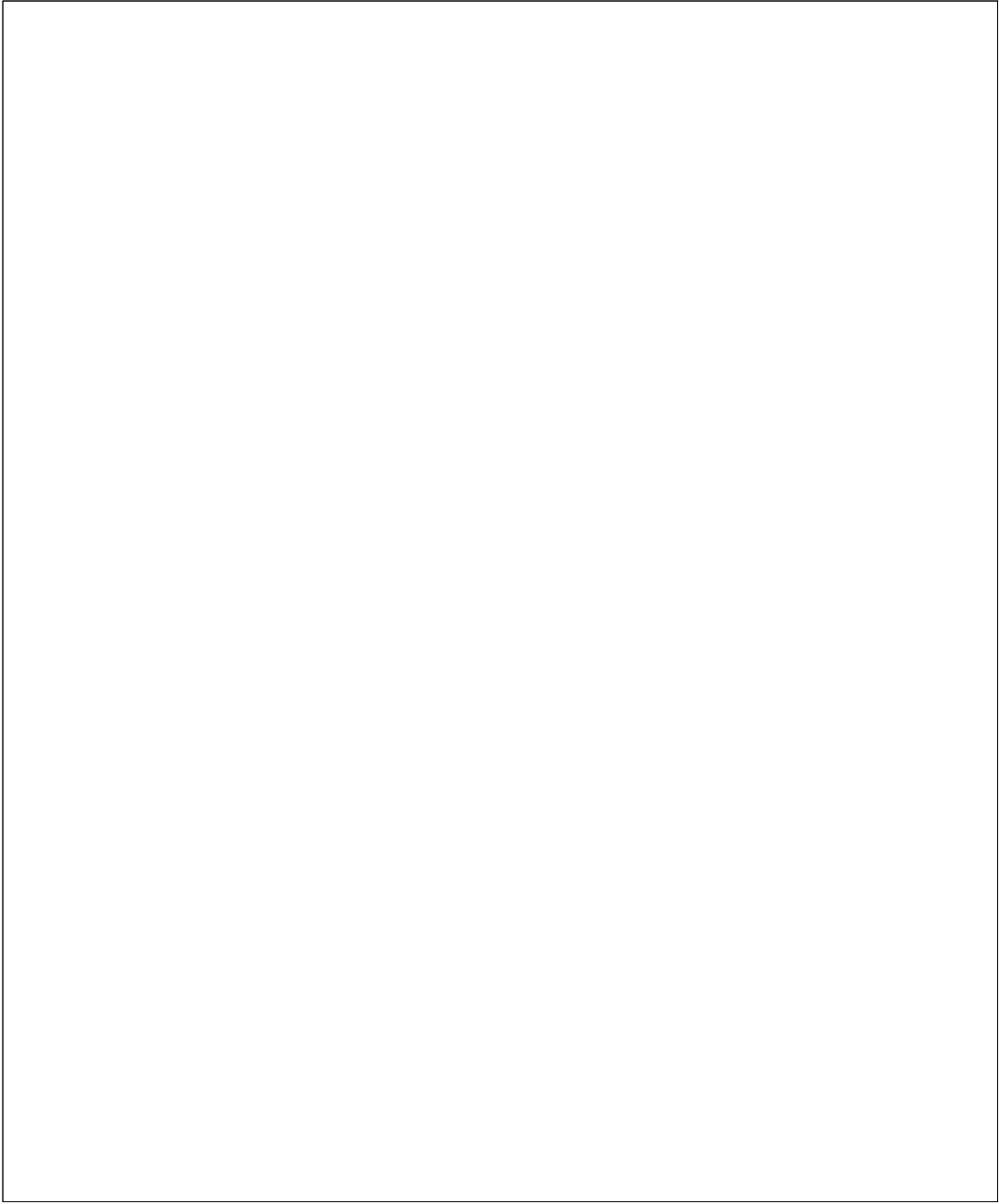
[그림 4-14] FoF PPPs Funding distribution

자료 : Factories of Future Road Map(EFFRA)

<표 4-11> FoF 양해각서(MOU): 정부와 민간







자료 : Contractual Arrangement: Setting up a Public-Private Partnership in the Area of Factories of the Future Between the European Union and The European Factories of the Future Research Association(EFFRA) 2013

4.2.3. JTI (Joint Technology Initiatives)

가. 개요

공공-민간 파트너십(public-private partnerships)을 수립하는 JTIs에 대해 알아보하고자 한다. 이러한 맥락에서 JTIs의 주요 이점과 예상되는 영향을 제시한다. 이러한 영향의 범위를 반영하여 JTIs의 영향 평가에 대한 체계적인 접근 방법으로 여러 수준과 관점이 고려된다.

OECD는 연구 분야의 PPP를 다음과 같이 “공공분야와 민간분야가 과학, 기술, 혁신 분야의 특정 목표를 달성하기 위해 유한기간 혹은 확정되지 않은 기간 동안 의사결정과정에서 상호작용을 하고, 금전, 인적자원, 시설, 정보 등의 희소자원을 공동으로 투자하는 것”으로 정의한다.

연구 분야의 PPPs는 공공서비스를 제공하거나 인프라를 개발 및 운영하기 위한 전통적인 조달기반의 공공-민간 파트너십이 지난 10년 이상 존재해온 것과 비교하여 상대적으로 새로운 것이다. 기존의 PPP는 제공되는 이점을 활용하여 구체적인 결과물을 산출하는 것을 목표로 하고, 특히 민간분야에서 비용을 절감하고 제품의 질을 향상 시키는 등 운영 효율성을 높이기 위한 추가적인 자원 조달을 위한 측면이 강조되었다. 대조적으로 연구 분야 PPPs의 결과물은 단기적으로는 관찰되지 않을 수 있고, 수량화하거나 예측하기 어렵다. 이는 다른 분야에서와 같이 투자수익률을 예측하기 어렵다는 연구 분야의 잠재적인 불확실성에 기인한다.

연구 분야에서 PPPs를 설립하려는 추세는 점점 더 커지고 있으며, 다양한 형태와 맥락에서 발생하고 있다. 비슷한 목표를 추구하는 다른 정책 수단과 비교하여, PPPs는 기술개발의 과학기술 발전, 혁신 분야의 외부 지식에 대한 의존도 증가, 비즈니스 R&D 전략의 변화, 급변하는 사회적 요구 등 연구 및 혁신 프로세스의 최신 동향을 반영한다.

EU의 장기적이고 지속가능한 개발을 위한 PPPs의 중요성은 최근 유럽집행위원회가 언급한 “Mobilising private and public investment for recovery and long-term structural change: developing Public Private Partnerships”⁴⁴⁾ 에도 나타나있다. 이러한 측면에서, 연구 분야의 PPPs는 유럽의 경쟁력에 영향을 미치는 주요 이슈들을 해결하고, 대체 에너지 자원 개발, 지속가능한 교통수단 및 기후 변화에 대한 대응과 같은 주요 사회경제적 문제에 효과적으로 대응할 수 있는 강력한 수단으로 간주된다.

공동 기술 이니셔티브(JTIs ; Joint Technology Initiatives)는 유럽 차원의 연구에서 공공-민간 파트너십의 대표적인 첫 사례이다. JTIs는 연구 및 기술개발이 유럽의 광범위한 경쟁력 강화에 기여할 수 있는 영역과 프레임워

44) Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions (Commission Of The European Communities , 2009)

크 프로그램의 전통적인 수단들을 적용하기 어려운 분야에 초점을 맞추고 있다. 유럽 집행위원회는 JTIs가 설립되어야 하는 분야를 구분하기 위한 주제의 전략적 중요성, 커뮤니티 부가가치의 구체적인 증거, 실질적이고 장기적인 산업 발전에 대한 기여도, 현존하는 커뮤니티 도구의 부적합성 등 특정한 기준을 설정했다.

JTIs는 다년간 EU, 국가별, 민간 자원, 노하우 및 연구역량을 결합한다. JTIs의 목표는 경쟁 이전단계의 지식을 공유하고, 글로벌 경쟁력이 취약한 분야에서 주요 규모와 범위를 달성함으로써 주요 쟁점을 해결하는 것을 목표로 한다. 결과적으로 EU가 혁신 잠재력이 큰 획기적 기술 개발에서 세계를 주도하는 것을 최종 목표로 한다. JTIs의 활동은 FP7(7th Framework Programme for Research)하에 조성된 공동기금으로 운영된다.

현재 JTIs가 수립된 5가지 분야는 Innovative Medicines(IMI), aeronautics (Clean Sky), fuel cells and hydrogen (FCH), nanoelectronics (ENIAC) 및 embedded computing systems (ARTEMIS)이다. 이들 중 IMI, Clean Sky, ARTEMIS는 현재 자율적으로 운영되는 주요 성과를 거두었고, 이 단계에 이르기까지 모든 측면에서 현저한 노력을 기울였기 때문에 그 자체로도 중요한 업적이라고 할 수 있다.

2008년에 설립된 JTIs가 이제야 자율적으로 운영되고 있고, 설립단계에서 조바심이 나타났지만 산업 파트너들은 JTIs 개념에 대한 긍정적인 기대를 나타내고 있다. JTIs의 설립은 산업연구 지원에 대한 공적 성명으로 간주된다. 경계를 넘어선 협력은 산업계와 학계의 연구 커뮤니티 모두에 긍정적으로 인식되고 있다.

이와 관련하여 JTIs는 모든 중요한 이해관계자들을 한데 모으는데 중요한 역할을 담당했다. Clean Sky를 대표하는 Sherpa는 “처음으로 모든 항공기술 관련 커뮤니티가 공동 목표를 가지고 하나의 프로그램 하에서 운영되고 있다.”라고 평가하였다.

유럽 전역의 기업, 연구 기관 및 대학교 간의 연구 협력을 촉진하고 만족할만한 수준의 중소기업의 참여를 촉진시킨다는 보다 넓은 관점에서 JTIs는 유럽 연구 분야에서 중요한 독립체가 되었다. JTIs가 유럽 전역의 회원국 및 지역 차원에서 업계 주도 연구에 대한 관심을 증대시킴으로써 촉매효과를 유발할 수 있다는 견해를 뒷받침하는 증거가 존재한다. 이는 JTIs 기금을 지역 및 회원국의 기금과 결합할 수 있는 가능성을 제공한다.

JTIs의 결과물을 평가하는 방법은 포괄적이어야 할 뿐만 아니라 각 수준에 대응되어야 한다. 또한 현재 및 잠재적 영향을 고려할 때 운영, 기술, 경제적

및 사회적 차원을 고려한 다중 기준 접근(multi-criteria approach)이 필요하다. 합의된 전반적인 프로그램 목표뿐만 아니라 JTI의 각 파트너의 다양한 동기와 기대에 대한 전체적인 접근이 이루어져야 한다.

다만 JTI 방식은 독립적인 법인을 EU의 승인 및 규정에 의거하여 구성하여야 하며 법인 심사 및 자원 조달 등이 사전에 구체화되어야 하는 등 민관 협력 사업 추진에 상당한 사전 준비와 시간을 요한다는 한계는 있다.

나. 주요 성공사례(Innovative Medicines Initiative:IMI)

2008년 실험프로젝트 단계 이후 조직된 제약부문을 대표하는 PPPs 사업으로 질병 및 의약품 연구개발, 교육, 훈련 등을 통해 제약 산업의 발전을 지원해 왔다. 대학을 포함한 건강관리연구소, 제약 및 기타 산업의 중소기업(SMEs), 환자기구, 의약규제기구 간의 협력을 증진시키는 방안을 통해 이루어졌다. 재원은 총 30.63억 유로로 이중 EU가 16.38억, 민간에서 14.25억을 투자해 왔다.

2014년 말 169개의 기업이 IMI프로젝트에 참여하였으며, 바이오테크 분야 기업, IT·데이터 관리 기업과 프로젝트 관리 기업으로 구성되었다. IMI 기금 수혜자 중 16%가 중소기업(IMI예산의 15.8% 사용)에 해당하였다.

해당 사업은 제약분야 신약개발을 위해 유럽의 정부와 민간기업들이 법인을 구성하고 공동투자하여 운영하는 대표적인 민관협력사업이다.

특히 글로벌 제약기업외에 혁신적인 중소기업들을 다수 참여시키고 병원, 의약관련 규제기관들도 다수 참여시켜 소통을 강화하는 등 혁신적인 연구개발프로그램 운영 방식을 채택하고 있다.

IMI는 운영이사회, 운영기관을 비롯한 5개의 주요 참여자로 구성, 이들을 중심으로 사업을 진행하였다. <표 4-13>는 IMI의 주요 참여자들 및 이들의 역할을 제시하고 있다.

<표 4-12> 주요 참여자 및 역할

참여자	특성
운영이사회	·유럽집행위원회와 EFPIA의 각각 5명으로 총 10명의 임원으로 구성 ·IMI의 주요 사안을 결정 및 감독
운영기관	·IMI의 경영을 담당하는 전무이사(Executive Director)에 의해 운영

	·정기 제안요청을 구성, IMI의 펀딩을 받는 연구협회 선택, 공공 및 민간 기금을 운영
전략운영위원회	·특정 전략영역의 IMI 업무 조정 및 보다 명료하고 효과적인 새로운 주제 개발 ·기업 활동 대표자 혹은 SGGs가 집중하고 있는 분야에 흥미가 있는 대표자도 참여
과학위원회	·IMI2 공동사업(IMI2 Joint Undertaking)의 대부분으로 구성 ·운영이사회에 과학적 조언
국가대표 그룹	·EU회원국들과 지원 및 관련 국가로 구성 ·IMI Joint Technology Initiative의 고문단으로 회원국의 대표로 구성

자료 : IMI 홈페이지 (<http://www.imi.europa.eu/content/governance>)

4.2.4. AMP (Accelerating Medicines Partnership(AMP))

가. 개요

AMP는 생물학적 발병기전과 치료표적을 식별, 새로운 진단법 및 치료법을 개발하기 위해 미국국립보건원(NIH)과 미국 식약청(FDA), 10개의 제약회사 및 12개의 비영리기구가 공동으로 조직한 민관협력기구로 분야별 참여 기관은 <표 4-13>과 같다. AMP는 새로운 진단법 및 치료법을 개발하고 개발에 필요한 시간과 비용을 단축시키는 것을 최종 목표로 한다.

<표 4-13> AMP 분야별 참여 기관

정부	산업	비영리기구
FDA	AbbVie	Alzheimer's Association
NIH	Biogen	Alzheimer's Drug Discovery Foundation
	Bristol-Myers	American Diabetes Association
	Squibb	Arthritis Foundation
	GlaxoSmithKline	Foundation for the NIH
	Johnson & Johnson	Geoffrey Beene Foundation
	Lilly	Juvenile Diabetes Research Foundation
	Merck	Lupus Foundation of America
	Pfizer	Lupus Research Institute/Alliance for Lupus
	Sanofi	Research
	Takeda	PhRMA

	Rheumatology Research Foundation USAgainstAlzheimer's
--	--

자료 : NIH 홈페이지(<http://nih.gov/science/amp/index.htm#governance>)

AMP는 2014년 2월에 설립되었으며, 향후 5년간 알츠하이머병, 2형(성인) 당뇨병, 류머티즘 관절염과 루푸스 등 4대 만성질환에 대한 연구를 실시할 계획이다. 만성질환의 생물학적 발병기전과 치료표적 발굴이 목표이며, 이를 위해 참여기관의 연구진과 조직·혈액 샘플 및 연구 자료를 공유한다. [그림 4-15]는 AMP의 조직도를 제시하고 있다. AMP 실행위원회는 NIH, FDA, 각 산업별 참여기업과 비영리기구의 대표자들로 구성되며 AMP 실행위원회의 감독하에 미국국립보건원재단이 각 질병분야의 운영위원회를 운영한다. 각 질병 분야별 운영위원회는 참여기관의 대표자들과 정기적으로 진행상황과 주요단계를 검토한다.

[그림 4-15] AMP 조직도

자료 : NIH 홈페이지(<http://nih.gov/science/amp/index.htm#governance>)

나. 자원

NIH, 각 기업, 비영리기구로부터 조달하며, NIH가 가장 많은 자금을 투자해 왔다. <표 4-14>는 AMP의 연구 분야별 자금지원 현황을 제시하고 있다.

<표 4-14> 연구 분야 별 자금지원

연구 분야	총 연구자금	NIH 지원 자금	기업 지원 자금	비영리기구 지원 자금
알츠하이머	92.5 (+ 현물 40)	69.6	21.9 (+ 현물 40)	1.0
2형 당뇨병	52.8 (+ 현물 6.5)	31	21.5 (+ 현물 6.5)	0.3
류머티즘 관절염 및 루푸스	41.9	20.9	20.7	0.3
계	187.2 (+ 현물 4.65)	121.5	64.1 (+ 현물 46.5)	1.6

자료 : NIH 홈페이지 (<http://nih.gov/science/amp/index.htm#governance>)

다. 평가

조기발견에서부터 FDA의 승인을 거쳐 신약을 개발함에 있어 10년 이상의 연구기간이 소요되고 실패율은 95%를 상회하고 10억 달러 이상의 비용이 투입된다. 약효의 부족으로 인한 신약개발 실패율이 Phase II, Phase III에서 각각 59%, 52%에 달하는 점을 고려했을 때 조기에 생물학적 표적을 정확히 발견하는 것이 매우 중요하다. AMP는 효율성 제고, 개발 절차 개선, 새로운 표적치료의 수와 효과 제고를 통해 이러한 어려움을 해결하고자 한다. <표 4-14>는 각 항목별 AMP의 성과를 제시하고 있다.

<표 4-15> AMP의 성과

효율성 제고
·(개발 기간 축소) 신약개발에 필요한 최적의 생물학적 표적을 식별하기 위해 많은 후보자를 선별함으로써 발견 초기단계 기간을 수개월에서 수년 단축

<ul style="list-style-type: none"> ·(성공률 향상) 질병표적 및 바이오마커를 휴먼데이터로 엄격하게 평가해 효능에 대한 확실성을 높이고 연구자들이 후기 임상시험에서 실패율이 낮을 것이라 예상되는 화합물을 연구할 수 있도록 함 ·(비용감축) 개발시간 단축 및 후기 임상시험 단계의 실패율 감소는 환자에게 효과적인 신약을 제공하는 비용을 감소시킴
개발 절차 개선
<ul style="list-style-type: none"> ·생물학적 표적에 대한 이해 개선과 유효한 바이오마커의 식별은 일정부분 질병의 분자 프로파일을 토대로 환자에게 가장 적합한 치료법을 시험함으로써 보다 신뢰성 있는 임상실험을 가능하게 함
새로운 표적치료의 수와 효과 제고
<ul style="list-style-type: none"> ·질병을 변화시킬 수 있는 질병과 특정 생물학적 표적의 기저를 이루는 생물학적 경로를 이해함으로써 보다 근본적인 약품제조와 맞춤형 치료 가능하게 함 ·Phase II와 Phase III 임상실험 실패횟수를 감소시켜 10억 달러의 연구개발 투자 당 신약개발 수 증가 ·기대수익을 증가시켜 신약개발을 보다 매력적인 투자로 만들 수 있음

자료 : NIH 홈페이지(<http://nih.gov/science/amp/index.htm#governance>)

생물학 연구 커뮤니티와 공공기관은 연구기간 및 비용감축, 새로운 표적 치료제의 성공률 제고에 있어 공통의 관심을 지니고 있는 상황에서 데이터의 양과 복잡성을 고려했을 때 이를 달성하기 위해서는 정부, 학계, 산업, 환자들이 협력하여 방대한 질병 타겟을 선별해 치료에 가장 적합한 것을 발견하는 체계적인 접근방식을 필요로 한다. 지난 5년간 AMP의 연구자들은 바이오마커와 표적치료의 가능성을 지닌 1,000가지 이상의 새로운 생물학적 변화를 확인하여 진단 및 치료에 잠재적 혁신을 이루어 왔다.

라. 한계점

AMP는 협업의 규모와 개방정도에 있어서 기존 파트너십과 차이를 두고 있다. 개발에 다양한 기여를 장려하기 위해 대중이 소프트웨어 코드를 자유롭게 접근할 수 있도록 하는 컴퓨터과학의 오픈소스 운동에 동의하여 AMP는 초기 임상시험에서 실시된 모든 자료와 방법, 분석을 생물학 커뮤니티에 공개적으로 접근할 수 있도록 요구한다. 그러나 이는 파트너십의 초기 임상시험 데이터가 공개되면 기업의 독점적인 약물을 개발을 가능하게 하는 문제점을 지니고 경쟁을 도입하더라도 AMP에 참여한 제조업체들 중 특정

기업의 진행상황이 다른 협력자들에 비해 앞서있을 때 경쟁을 재개하는 경우 특정기업에 잠재적인 이득이 있을 수 있는 문제점을 지닌다. 또한 협력업체를 추월할 수 있는 기회가 존재해 초기 단계에서 기업이 정보를 공유하는 것을 저해할 수 있다.

AMP의 공공기관과 민간기업 간의 성공적인 파트너십을 형성함에 있어 발생하는 또 다른 문제점으로 지적재산권에 대한 의견 차이와 보상시스템의 불균형을 들 수 있다. 즉, NIH와 기타 공공단체는 공공의 목적을 달성하기 위해 참여하나 민간부분은 시장점유율과 성장 잠재력을 고려해 참여할 수 있는 등 서로 다른 기대와 목적으로 파트너십에 접근할 수 있고 AMP에서 개발된 제품의 가격을 어떻게 책정하고 수익을 분배할 것인지에 대한 문제점이 존재한다.

4.2.5. 영국 (Research Partnership Investment Fund)

가. 개요

UK Research Partnership Investment Fund (UKRPIF)는 영국 경제와 R&D 기반의 발전을 위해 민간 투자를 확충하고 대학과 기업, 자선단체 사이의 협력을 유도하기 위해 설립된 기금이며, 독립적인 심사위원회 의한 평가를 통해 4~20개의 프로젝트를 선정하여 10만~50만 파운드를 지원한다.

<표 4-16> UKRPIF 개요

구분	내용
펀딩목적	<ul style="list-style-type: none"> - 대학 연구 시설 개선(장비구입 등) - 대학과 다른 연구기관의 네트워크 강화 - 대학 연구에 대한 민간 투자 유치 - 경제 성장에 대학 연구의 기여 증진
법적·제도적 장치	<ul style="list-style-type: none"> - 별도의 장치는 없음 - The Department for Business, Innovation and Skills(BIS)가 예산을 측정, Higher Education Funding Council for England (HEFCE)가 예산을 양도받아 교부
관련기관	<ul style="list-style-type: none"> - Higher Education Funding Council for England (HEFCE) - The Scottish Funding Council (SFC) - The Higher Education Funding Council for Wales (HEFCW) - The Department for Education and Learning Northern

	Ireland (DEL)
기금 교부	<ul style="list-style-type: none"> - 1·2차 기금은 2012~2014년에 교부 - 3차 기금은 2015~2016년에 교부 - 4차 기금은 2016~2017년에 교부예정 - 5,6차 기금은 2018~2020년에 교부예정

나. 펀딩방식

UKRPIF는 2012년 설립된 이후 HEFCE를 통해 34개의 프로젝트에 5억 파운드를 조달하였으며 이를 바탕으로 14억 파운드의 민간 투자를 유치하였다. 특히 2015년에는 Research Partnership Investment Fund(RPIF)의 우수성을 바탕으로 2021년까지 추가로 4억 파운드를 조달할 계획을 수립하였다.

펀딩은 영국의 모든 고등교육기관이 신청할 수 있으며, 대학의 경우 프로젝트와 관련한 우수한 연구 실적이 있어야 하고, 전년도 재무 기록, 연구위원회 기금 및 관련 분야의 다른 자금 조달 계획을 제출하여야 한다. 또한 펀딩에 신청하는 고등교육기관은 유치한 펀딩과 관련된 프로젝트 목표를 포함한 활용계획을 구체적 사례로 제시해야 한다. 개별 대학은 최대 3개의 프로젝트를 신청할 수 있으나 공동 제안서의 경우 3개를 초과하여도 응모가 가능하다. 단, 파트너간 연관성이 있는 프로젝트나 작은 프로젝트가 단순히 결집되어 있는 경우는 신청이 불가능하다.

펀딩에 신청한 고등교육기관들의 프로젝트를 검토한 후 4~20개의 프로젝트를 선정⁴⁵⁾하고 개별 프로젝트 별로 최소 1천만 파운드에서 최대 5천만 파운드까지 자본펀딩을 하게 된다. 하지만 예외적으로 새로운 학문 분야의 프로젝트의 경우에는 사회적으로 중대한 문제를 해결한다는 펀딩의 목적에 부합한다면 10만 파운드 미만의 지원금을 지원할 수도 있다.

UKRPIF의 펀딩에 입찰하기 위해서는 HEFCE에서 지원받고자하는 펀딩의 최소 2배 이상을 민간 투자에서 유치해야 하며 이는 10만 파운드 미만의 지원금을 받을 때에도 마찬가지 이다. 즉 1파운드의 펀딩을 받기 위해서는 최소 2파운드의 민간 투자를 유치해야 한다는 것인데, 이때 민간 투자에는 부지, 건물, 장비 등의 현물 기부도 공동 투자에 포함되며 이는 반드시 현재 가치로 환산되어야 한다.⁴⁶⁾

45) 선정되는 프로젝트는 민간의 공동 투자를 유치할 수 있는 프로젝트에 해당해야 하고, 고등연구기관에서 이루어 질 수 없었던 중대한 사회적 문제 해결을 위한 것이어야 한다.

46) 민간 투자가 아닌 대출의 경우에는 자격을 부여하지 않는다.

다. 계약 및 지적재산권 처리

각 프로젝트 당 펀딩은 2년간 제공되며, 이는 재무부의 공적자금 관리원칙에 따른다. 또한 HEFCE는 프로그램이 시작되기 전 프로젝트 담당기관에 앞으로 발생할 지출에 대한 근거를 요구할 수 있으며, 프로젝트 담당기관에서 프로젝트 지출 내역을 변경할 시 HEFCE는 타당성을 검토한 후 신속하게 처리해 주어야 한다. 또한 HEFCE는 PRIF사업을 관찰할 권리가 있고 유관정보를 제공할 의무가 있다. 또한 HEFCE는 관련 법령에 의거하여 프로젝트를 통해 만들어진 정보를 민간에 공개할 수 있으며, 프로젝트 담당기관은 경우에 따라 민감한 정보(예: 상업적 이익에 관련된 정보)도 제공해야 한다. 그리고 프로젝트 담당기관에서는 성공적인 프로젝트 이행에 방해가 될 요소의 존재여부, 계획된 일정보다 프로젝트가 지연될 가능성이 있는 경우, 연구 시설의 지속가능성 등 잠재적 위험 발생가능성은 사전에 강조해야 한다.

지적재산권(copy right)은 프로젝트 담당 기관에게 귀속되며 HEFCE는 프로젝트의 지적재산권 소유자가 아니다. 프로젝트 라이선스 평가를 적용하면 지적재산권을 이전하지 않는다.

[그림 4-16] UKRPIF 지원 단계

주: EOI는 Expression of Interest로 사업참가의향서를 말함

라. 주요사례

University of Oxford는 2014년 RPIF를 통해 35백만 파운드를 확보하고, 75백만 파운드를 민간에서 투자받아 110백만 파운드 규모의 Precision Cancer Medicine Institute를 설립하였는데, 이는 단일 프로젝트 중에서는 가장 큰 예산이다.

Precision Cancer Medicine Institute는 Cancer Medicine 분야에서 장기 투자 및 지속 가능한 네트워크를 바탕으로 궁극적으로 새로운 면역 요법과 치료법 개발을 통해 경제성장을 달성하는 것을 목표로 한다. 또한 생물학 물

리학, 수학, 엔지니어링 분야와 공동연구를 장려하고 있으며, 현재 Cancer Medicine 연구 분야의 허브 역할을 담당하게 되었다.

마. 평가

UKRPIF는 기업과 공동연구를 실시하면서 연구 센터는 과학자들이 의료 혁신을 이루고 기술을 향상시키는 데 도움이 되고 있다. 영국의 대학들이 성장을 위한 정부의 장기적인 경제 계획에 앞장서고 있으며 이들의 연구가 매우 중요할 것으로 전망된다. 이에 따라 최고의 연구 및 교육을 촉진하기 위해 필요한 일류 기반시설에 많은 비용이 투입되기 때문에 정부는 이미 향후 5년간의 추가 투자 계획을 세우고 있다. 그밖에 자본과 기반시설에 투자함으로써 학계와 기업 간의 과학적 협력을 지원하여 선구적인 연구를 주도하고 혁신을 촉진해 경제 성장을 주도 할 것으로 전망된다.

4.3 시사점

해외 각국의 연구개발 투자과정이나 프로그램 운영 사례 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

가. 대형 R&D프로그램의 유지와 중장기 계획

기술의 빠른 발전과 수요 다변화에 따라 정부가 주도하는 대형 장기 R&D 프로그램을 유지할 필요성에 대해 의문이 있을 수 있으나 미국은 물론 유럽에서도 정부 차원의 대형연구개발 사업을 지속하고 있었다. 특히 연구 참여 기관의 독립적인 역할이 커지고 있고 중장기 투자 방향 설정시 이들 기관들과의 협력이 활발하게 이루어지고 있다는 점도 특기할 만하다.

다만 정부가 일방적으로 의사를 결정하는 top-down 방식이 보편적인 것은 아니며 수요를 반영한 bottom-up 방식을 활용한 연구사업들도 다양하게 진행되고 있다. 다시 말해 가능한 다양한 참여자와 수요자를 참여시켜 신축적인 목표를 설정하고 안정적인 재원 투입을 통해 성과를 극대화하는 방향으로 R&D 투자 정책이 이루어진다는 점을 발견할 수 있었다.

나. 민관 협력프로그램의 운영과 확대 추세

EU, 미국 등을 중심으로 민간기업들과의 협력을 획기적으로 강화하기 위해 2000대 후반부터 매우 활발하게 민관협력 방식(PPPs)의 연구개발 프로그램들이 진행되고 있다. 민관협력을 위해 도입되고 있는 유형도 매우 다양하며 투자 규모 또한 상당한 규모에 이르고 있다.

특히 유럽의 경우 경제위기 극복을 위해 자동차, 제조업 등 주요 산업별로 대형 프로그램을 진행시키고 있으며 대기업은 물론 중소기업, 대학, 연구기관, 규제 기관 등 모든 이해당사자를 참여시키는 개방형 프로그램을 성공적으로 진행 중이다.

경제난이 심화되고 차기 성장동력을 찾고 있는 한국적 현실을 고려할 때 정부와 민간부문이 힘을 합쳐 새로운 돌파구를 모색하는 민관협력 방식의 신규 사업 도입을 고려할 필요성이 있다.

다. 연구아이템의 다양화

민관협력 사업들의 경우 연구 아이템이 매우 다양하다는 점이 특징적이다. 즉 특정기업이 이익을 확대하기 위한 연구아이템이 아니라 산업전반의 경쟁력을 높이기 위한 기술 로드맵을 우선 확정하고 필요한 자원과 연구주체를 확보하여 목표를 달성하는 방식으로 사업이 진행된다. 또한 사회적 문제해결을 위한 주제, 예를 들어 clean sky나 도시재생 등에 대한 연구프로그램도 민관협력 방식으로 진행되며 다양한 연구주체가 참여하고 있다.

이러한 특징은 신규 연구사업의 연구과제 선택시 민관 협력 방식이 고려되더라도 기업이나 산업을 위한 협소한 목표 외에 경제사회적 문제해결을 위한 개괄적인 사업단이나 협력체제 구축이 가능하다는 것을 의미한다.

라. 신속적인 연구관리 시스템

중장기적인 연구프로그램들을 운영하더라도 사업 진행과정에서 사업의 신규 참여나 퇴출이 신속적으로 이루어지고 있다. 또한 사회경제적 여건 변화나 기술발전 등을 감안한 사업의 조정이나 컨설팅 등이 수시로 진행되는 등 매우 유연한 방식으로 사업이 진행된다.

특히 2008년부터 본격화된 cPPP 방식의 경우 정부와 관련 협회간의 간단한 협약서를 기초로 사업이 진행된다. 이 경우 주요 내용 상당부분이 정부와 협의체와의 조정 등을 통해 사업이 운영되는 등 매우 신속적인 형태의 대형 R&D 사업이 운영된다.

따라서 신규 연구개발프로그램에서는 기존의 법령이나 규제 등에 순응하는 방식이 아니라 최대한 연구참여자와 시장 수요를 신축적으로 반영할 수 있는 방식의 연구사업 관리가 이루어질 수 있도록 운영방식을 개선할 필요가 있다 하겠다.

5. 4차 산업혁명

본 과제를 추진하는 과정에서 새로운 변화의 조류로서 제4차 산업혁명에 대한 관심과 이에 적극적으로 대응하기 위해 필요한 관련 연구 및 해외사례를 수집하여 분석하였다.

5.1. 개요

4차 산업혁명이란 디지털 혁명인 3차 산업혁명에 기반을 두고 있으며, 디지털(digital), 물리학(physical), 생물학(biological) 등의 기존 영역의 경계가 사라지고 융합되는 기술혁명을 의미한다. 즉 IoT, 인공지능, 빅데이터, 초연결, O2O(Online to Offline), CPS(Cyber-Physical System), 생명과학 등 다양한 분야의 신기술 및 새로운 비즈니스 모델들과 이들의 융·복합을 말한다.

증기기관의 등장으로 촉발된 산업혁명의 개념은 2차, 3차 산업혁명의 시기를 거쳐 4차 산업혁명 개념으로 변모하였다. 2차 산업혁명은 제조업 기술혁신을 배경으로 대량생산이 가능해지면서 대기업이 출현하는 계기가 되었고, 3차 산업혁명은 컴퓨터와 인터넷 기술의 등장으로 on-line 네트워크 형성의 계기가 되었다.

뒤이어 등장한 4차 산업혁명은 인공지능(AI) 기술의 도입으로 대용량 정보처리가 가능해짐으로써 on-line과 off-line이 결합되는 특성을 지닌다. 그 결과 산업에서 발생하는 대량 정보를 분석하여 새로운 시장을 개척하거나 산업진출의 기반이 될 수 있다. 따라서 4차 산업혁명이 등장함에 따라 IT 관련 업체가 기존 산업에 진출하게 되고, 기존 산업이 IT화 되는 현상이 발생하고 있다.

<표 5-1> 4차 산업혁명의 태동

구분	특징
1차 산업혁명	
2차 산업혁명	
3차	

산업혁명	
4차 산업혁명	

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

4차 산업혁명은 인공지능(AI), 자율주행차, 로봇, 드론, 디지털헬스, 스마트그리드 등 첨단산업을 중심으로 전개될 것으로 전망된다.

특히 인공지능 기술이 발전하면서 다양한 분야에서의 정보획득이 강조되고 있다. 드론, 로봇, 휴대용 의료기기 등을 통해 수집된 대량정보를 가공·활용함으로써 미래에 대한 예측이 가능해진다. 따라서 구축된 데이터베이스는 각 산업분야에서 수요를 추정하는데 활용될 수 있을 뿐만 아니라 더 나아가 산업 간의 융합이 가능하게 할 것으로 추측된다.

<표 5-2> 4차 산업혁명의 전개

요소	내용

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

4차 산업혁명의 핵심적 요소는 센서/임베디드 SW, 사물인터넷(IoT), 인공지능/빅데이터로 요약 할 수 있다. 센서를 통해 실생활의 수요패턴을 파악하고 이를 디지털 정보로 전환하여 전송하면, 사물인터넷 기기들이 디지털 정보를 포착하여 무선통신으로 전달하게 된다. 전달된 대량의 디지털정보는 인공지능을 거쳐 활용 가능한 정보로 가공된다. 궁극적으로 4차 산업혁명의 핵심요소들은 소프트웨어(SW)로 구성되어 있으며, 따라서 소프트웨어 및 소프트웨어 개발 인력의 중요성이 강조된다.

[그림 5-1] 4차 산업혁명의 진원지

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

따라서 4차 산업혁명 시대의 경쟁력 기반은 다음과 같이 요약할 수 있다. 다만 한국의 기존 경제구조 하에서는 경쟁력의 기반이라고 할 수 있는 소프트웨어, 창의력, 개방형 구조, 유연성 등이 부족한 것으로 평가할 수 있다.

<표 5-3> 4차 산업혁명의 경쟁력 기반

기반	내용
SW (소프트웨어)	- 데이터 분석 역량: 수학, 통계학 등 기초학문
창의력	- 주어진 여건에서 최적의 솔루션을 찾아내는 논리적 구성력
개방적 구조	- 창업 및 벤처의 배태기반: 이들 간의 신속한 수평적 결합 및 해체
유연성	- 창조적 파괴의 수용: 이해관계 변화에 대한 정치적, 사회적 조율 역량

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

5.2. 4차 산업혁명에 따른 산업변화

산업의 변화에 따른 생산방식과 고용방식의 예상되는 트렌드 및 산업변화를 분석하고 시사점을 도출하고자 한다. 4차 산업혁명 보고서는 2025년까지 일어날 기술적 변화를 기반으로 주장을 하고 있으며, 이를 고려하면 어떤 기술적 진보가 일어날 것으로 보는지 점검할 필요가 있다.

세계경제포럼(2015)은 4차 산업혁명의 티핑포인트가 될 기술의 실현 연도를 다음과 같이 제시하고 있다.

[그림 5-2] 기술의 티핑포인트가 발생될 것으로 예상하는 연도

자료 : World Economic Forum (2016)

4차 산업혁명시대에는 ① 플랫폼 중심의 산업 구조 재편, ② 생산방식의 변화, ③ 제조업의 서비스화와 비즈니스모델 혁신, ④ 기술/자본의 노동 대체와 리쇼어링, ⑤ 제품 및 자본재 수요 감소 등의 기술적, 산업적 변화가 예상된다.

<표 5-4> 4차 산업혁명시대의 예상되는 변혁(예시)

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

5.3. 주요국의 4차 산업혁명 대응 정책 현황 분석

5.3.1 독일

가. 개요

독일의 경우 하이테크 전략 2020과 함께 국가차원의 전략인 인더스트리 4.0을 발표하면서 정부 중심으로 제4차 산업혁명에 적극적으로 대응하고 있

다.

‘Industry 4.0’은 2011년 독일공학협회(VDI)에서 처음 언급되었고, 2012년 독일인공지능 연구소(DFKI) 등에서 사이버 물리시스템 기반의 새로운 미래 제조업 패러다임으로 제시되었다.

최근 기술변화에 따른 4차 산업혁명이라는 이슈가 대두되고 있다. 제조업 분야의 경쟁 심화라는 대외적인 문제뿐만 아니라 대내적으로 인구구조 변화 등으로 노동 생산성이 하락하고 있고, 최근 전 세계적으로 에너지 등 자원의 효율성에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 추세를 반영하여 독일은 2012년 제조업 분야의 경쟁 심화 등의 문제에 대응하기 위하여 경쟁력 제고의 일환으로 ‘하이테크 비전 2020’에 Industry 4.0 전략을 주요 테마로 포함시켰다.

Industry 4.0은 제조업과 같은 전통산업 분야에 IT 기술 접목을 통해 공장이 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 스마트 공장(Smart Factory)을 만드는 것을 목적으로 한다. 이러한 스마트 공장을 통해 전체 생산 공정의 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

[그림 5-3] 독일의 인더스트리 4.0

자료 : Industry4.0, (Think act, 2014)

나. Industry 4.0의 주요 내용

독일은 4차 산업혁명에 대비하여 Industry 4.0 전략을 통해 제조업의 생산 체계를 혁신하려는 노력을 하고 있는데, Industry 4.0은 사물 인터넷(Internet of Things)을 통해 생산의 전 공정 뿐만 아니라 완성품의 최적화도 가능하다.

<표 5-5> 제조업의 혁신 단계 비교

자료 : Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, (BMBF, 2013), (독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, (현대경제연구원, 2013) 재인용)

Industry 4.0은 사물, 서비스 간 인터넷 확산을 이용하여 지능형 생산 시스템 구축을 통해 기존 제조업에 스마트 생산 방식을 도입하였다. 이러한 스마트 생산 방식을 통해 기존의 대량생산 방식에서 벗어나 고객 맞춤형·소량생산이 가능해졌으며, 거주지와 가까운 곳에 생산 공장이 위치하는 도심형 생산으로 변모하였다.

전략 추진과정에서 최적화된 상품 제조 플랫폼인 사이버 물리 시스템(CPS, Cyber Physical system)의 구축이 필수 요소이다. 여기서 사이버 물리 시스템(CPS)은 상품 제조 등이 일어나는 물리 세계와 인터넷, 서비스 중심의 사이버 세계의 중간 지점에 위치하며 소프트웨어, 센서, 정보처리장치 등을 기반으로 스마트 생산을 지원하는 시스템을 말한다.

Industry 4.0 구현을 위한 정책적 과제에는 CPS 적용 가능 산업, 표준화 증진, 사이버 보안 강화, 인력 교육 방식 변화의 분야가 해당하며, 자세한 내용은 다음과 같다.

<표 5-6> Industry 4.0 구현을 위한 과제

보완 정책 분야	내 용

자료 : Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, (BMBF, 2013), (독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, (현대경제연구원, 2013) 재인용)

임베디드 시스템(embedded system)⁴⁷⁾을 통해 제품, 생산 과정, 서비스 등에 대한 다양한 빅데이터가 형성됨으로써 이를 활용한 새로운 사업 기회 및 가치 창출이 가능할 것으로 보이며, 스마트·도심형 생산이 활성화 되면서 업무 유연성이 확대될 것으로 예상된다.

47) 기계 또는 전자 장치를 효과적으로 제어할 수 있도록 두뇌 역할을 하는 마이크로프로세서를 칩에 담아 기기에 내장시킨 장치로 대부분의 디지털 기기, 전자기기에 사용됨

<표 5-7> Industry 4.0 이 가져오는 진화 방향

구분	진화 방향	내 용

자료 : Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, (BMBF, 2013), (독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, (현대경제연구원, 2013) 재인용)

다. 플랫폼 인더스트리 (Plattform Industrie) 4.0

‘Industry 4.0’의 진행이 너무 늦어지면서 초기 접근방법의 실패로 평가되었고, 특히 표준화에 대한 합의가 지연되면서 ‘Industry 4.0’ 개념은 성공 가능성이 낮아졌다는 여론이 확산되었다. 그래서 독일은 2015년 4월 정부 주도의 실용화를 목적으로 하는 ‘플랫폼 인더스트리 (Plattform Industries) 4.0’으로 새롭게 출발하였다. 이 정책에는 경제통상부와 교육과학부 주도 하에 관련 협회뿐만 아니라 더 많은 기업들이 참여하여 추진되었으며 그 결과 표준화를 포함한 다양한 문제에 대해 보다 빠르게 대처할 수 있게 되었다.

<표 5-8> 기존의 Industry 4.0과 Plattform Industries 4.0 비교

	Industry 4.0	Plattform Industries 4.0

자료 : BMWi (경제통상부), (다시 시작하는 인터스트리 4.0,(포스코경영연구원, 2015), 재인용)

5.3.2. 미국

미국은 민간 기업이 중심이 되어 설립한 제4차 산업혁명 컨소시엄이라 할 수 있는 IIC 등에 정부가 적극적인 협력(제조혁신 네트워크 NNMI, NITRD 등 지원)을 하는 방식으로 진행되고 있다.

인터넷과 소프트웨어를 기반으로 하는 사물인터넷과 자율자동차, 전기차 등 신산업분야 핵심 아이템에 대해 상당한 경쟁력을 갖고 있으며 민간기업 중심으로 새로운 산업환경 변화에 신속적으로 대응하고 있는 것으로 평가된다.

[그림 5-4] 미국의 제조혁신네트워크

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(미래창조과학부, 2016)

5.3.3. 일본

일본은 경제를 다시 한 번 부흥시키기 위한 「일본재흥전략2015」에서 처음으로 제4차 산업혁명에 대한 직접적인 언급이 이루어졌으며, 이를 담당하는 전문조직을 설치하였고, 세계 최첨단 IT 국가 창조선언 등 정부 차원의 ICT 전략을 수립, 추진 중에 있으며 일본이 강점으로 하는 로봇기술을 적극 활용하는 제4차 산업혁명 대응전략을 발표하였다.

[그림 5-5] 일본의 제4차 산업혁명 대응전략

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(미래창조과학부, 2016)

[그림 5-6] 향후 경제·사회 시스템 설계 관점

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(미래창조과학부, 2016)

주목할 점은 일본의 경우 단순히 한 부처나 특정산업에 대한 육성 차원에서 4차 산업혁명을 대응하지는 않고 있다는 점이다. 일본의 경우 메카트렌드로서 변화를 인식하고 경제 사회 전반의 시스템에 미칠 영향을 면밀히 검토하도록 하고 있다. 또한 고용, 지역경제, 교육, 사회보장, 재정 등 다양한 부문에서의 파급효과를 점검하고 있다. 이와 아울러 경제 사회 문화적 측면에

서 활로를 찾기 위해 정부와 민간부문이 협력할 수 있도록 발 빠르게 대처해 나가고 있다.

5.3.4. 중국

중국의 경우 ICT를 기반으로 중국 제조업을 한 단계 업그레이드 할 수 있는 중국 제조 2025를 발표하였으며, 그 밖에 인터넷 플러스 등 ICT와 관련한 다양한 정책을 발굴하여 추진하고 있다. 중국의 4차 산업 대응 전략은 크게 「中國제조 2025」와 「인터넷 플러스」 「대중창업, 만중창신 정책」으로 나눌 수 있다.

2015년 3월 전인대에서 ‘제조 강국 건설 30년 계획’ 중 첫 10년간의 행동 강령으로 발표한 「中國제조 2025」는 향후 10년간 ‘제조업 고도화’를 목표로 10대 전략산업을 집중적으로 육성시키겠다는 계획이다.

[그림 5-7] 중국의 10대 육성산업과 7대 세부목표

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구, (미래창조과학부, 2016)

또한 중국은 인터넷을 활용한 신성장동력 확보전략의 일환(2015~2018)으로 최근 기술진보에 대응하여 IT기술을 접목한 「인터넷 플러스」를 추진하고 있다. 이 사업은 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷을 기존 산업과 융합하여 산업구조 전환과 업그레이드를 적극 추구하는 것이다.

그리고 리커창 총리는 2015년 3월 전국인민대표회의에서 민간과 시장을 창업의 주체로 강조하는 「대중창업, 만중창신(大衆創業, 萬衆革新)」을 천명하였다.

[그림 5-8] 「대중창업, 만중창신(大衆創業, 萬衆革新)」의 기대성과

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구, (미래창조과학부, 2016)

5.3.5. 한국의 4차산업혁명 대응과 한계⁴⁸⁾

가. 주요 대응 현황과 문제점

KDI (2016)의 분석에 따르면 현재 한국의 산업구조는 하드웨어(HW) 기반형 산업구조에서 소프트웨어(SW) 기반형 산업구조로 변화되는 변곡점에 위치해있다. 주요 선진공업국의 경우 산업구조의 전면적 전환을 성공적으로 극복한 바 있다. 하지만 한국의 경우 하드웨어(HW) 기반형 산업화에 성공함에 따라 기존 산업구조를 청산하고 新산업구조로 진입하는 과정이 늦어지면서 흐름의 변화에 적극적으로 대응하지 못하고 있다. 반면 싱가포르의 경우 서비스업 중심의 신속한 산업구조 전환으로 기존의 경제성장 추세를 유지하고 있음을 확인할 수 있다.

<표 5-9> 한국과 싱가포르의 경제성장률 및 서비스산업 비중 비교

	성장률		서비스산업 비중	
	2015	2016	2015	2016
한국				
싱가포르				

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원, 2016.10)

48) 4차산업혁명과 한국의 구조개혁, (KDI, 2016) 을 기초로 저자가 보완 작성함

세계경제포럼(WEF)의 국가경쟁력 자료에 따르면 한국은 노동, 금융 등 자원의 효율적 배치에서 매우 낮은 평가를 받아 비교가능 국가 중 최하위인 25위로 4차 산업혁명 시대에 진입하기 위한 준비가 미흡한 것으로 평가된다.

<표 5-10> 4차 산업혁명 준비 우수 국가 순위

자료 : 국가경쟁력 보고서, (세계경제포럼(WEF), 2016)

각 부문별로 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

① SW산업의 취약

4차 산업혁명에 대비하기 위한 모바일 통신, 반도체, 연료전지 등 하드웨어적인 요소는 세계적인 수준을 달성하였으나 소프트웨어산업의 경우 기업 경영, 산업구조, 교육체계 등 조직적 결합의 장애로 인해 매우 취약한 상황이다. 특히 소프트웨어 등 무형 지적자산 거래규범이 정립되지 않은 상황은 우수인력의 소프트웨어 분야 기피 현상을 유발할 수 있다. 또한 우수인력을 양성하기 위한 교육기관의 경우에도 교과목 편성의 경직성으로 인해 소프트웨어분야 과목 증설이 어려워 인력부족 문제가 가중되고 있다.

② 폐쇄적 수직계열화

조립·가공 산업 위주의 경제구조에서 피라미드형의 수직적 기업간 분업구조는 경제성장의 원동력으로 작용하였으나, 4차 산업혁명의 특성인 유연한 수평적 결합과 해체에는 장애요인으로 작용하고 있다. 또한 폐쇄적인 분업구조는 중소기업의 기술혁신 노력에 부정적인 영향을 끼치는 것으로 판단

된다.

③ 과도한 규제

산업에 활용할 수 있는 수요와 관련된 데이터를 확보하기 위해서는 개인정보 접근이 불가피 하나, 개인정보 보호를 이유로 개인정보에 대한 접근이 차단되고 있다. 이와 관련하여 선진국에서는 개인정보 접근을 허용하되 유출사고 발생 시 기업에 무한책임을 부과하는 등의 대비책을 마련하고 있다. 만약 이러한 방식으로 규제가 완화된다면 개인정보 활용 기업은 보안 소프트웨어 개발에 투자를 강화할 것이고, 보안산업 분야 기술혁신에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있을 것으로 추측할 수 있다.

④ 주입식 교육

주입식 교육으로 대표되는 암기형 지식축적은 대량생산에 투입될 노동력의 기본소양 확보에 적합하지만 4차 산업혁명 시대에 접어들면서 대량생산방식이 쇠퇴함에 따라 창의적 교육의 중요성이 강조되고 있다. 하지만 한국의 경우 창의적 교육체계가 발전하지 못하고 있는 실정이다. 반면 고등교육 부문에서의 새로운 혁신이나 창의력 향상을 위한 획기적인 대책은 찾아보기 힘들다.

⑤ 사회적 합의 도출

규제와 정책지원은 정부주도의 성장을 가능하게 하는 요인이지만 민주화로 인해 다양한 사회구성원이 정책결정과정에서 참여함으로써 이해관계자들 간의 대립으로 정책도입이 지연되고 있는 상황이다. 사회적 합의의 공론화 과정을 통해 공감대를 조성하고 반대세력과 이해관계를 절충하는 등의 노력이 필요하다. 특히 독일의 시민과 대화 프로그램의 경우 사회적 합의를 도출하는 과정에 찬성 및 반대 전문가 그룹이 참여하여 수차례의 토의를 통해 정책 내용을 보완하지만 전문가 그룹끼리 합의가 도출될 때까지 정부는 중립적 위치를 지키는 방식을 적용하고 있다.

나. 대응방향

이러한 4차 산업혁명에 보다 적극적으로 대응하기 위해 다음과 같은 전략을 고려할 수 있겠다.

① 제조업 경쟁력의 SW화

한국이 강점을 보였던 제조업 기반의 병행전략(HW+SW)을 구사하면서 SW비중을 점진적 확대하는 것이 한 가지 전략이 될 수 있다. 한국의 경우 제조업에서의 숙련된 인력이 존재한다는 것이 여타 선진국에 비해 강점으로 평가되고 있기 때문에 제조업 분야에서 체득한 경험들을 디지털화하여 SW 프로그램을 구성할 필요가 있다.

독일의 ‘인더스트리 4.0’도 유사한 맥락에서 추진되는 전략이라 할 수 있다. 전통적 제조업 강국인 독일이 공장 스마트화 등을 통해 각 산업부문의 경쟁력을 높이려는 노력은 참고할 만하다.

② 초기 수요의 확보

한국의 경우 벤처캐피탈(VC)이 취약하기 때문에 미국식의 투자에 의한 스타트업 성장보육만으로는 한계가 존재한다. 정부 주도로 의료, 재난, 교육, 국방 등 부문별 재정에 의한 초기제품 구매를 확대할 필요가 있다.

③ SW인력의 양성

SW인력의 양성은 국가적 총력을 기울여야 할 가장 시급한 과제로 평가된다. 단기적으로는 기업 현장인력의 SW 재교육을 강화하고, 중·장기적으로는 학교 현장에서 SW관련 교육을 강화할 필요가 있다.

④ 구조개혁 추진 및 새로운 경제시스템 확립

4차 산업혁명의 핵심요소로 평가되는 유연성 제고를 목표로 노동, 금융, 교육 등의 개혁을 강력히 추진할 필요가 있다. 또한 글로벌화로 인한 시장 확대와 디지털화로 다수의 신산업 창출기회를 활용하기 위해 새로운 경제시스템을 확립하는 것이 중요하다.

그림 5-9] 4차 산업혁명에 대비하기 위한 새로운 경제시스템(예시)

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원,2016.10)

4차 산업혁명에 대응하기 위한 정책과제로는 혁신역량 제고, 수요확보 및 투자여건 개선, SW인력 양성, 경제구조의 유연성 확립 등을 들 수 있다.

<표 5-11> 혁신역량 제고(예시)

유형	내용

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원,2016.10)

<표 5-12> 수요확보 및 투자여건 개선(예시)

유형	내용

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원,2016.10)

<표 5-13> SW인력 양성(예시)

유형	내용

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원,2016.10)

<표 5-14> 경제구조의 유연성 확립

유형	내용

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원,2016.10)

4차 산업혁명에 대비하여 한국의 대응을 살펴본 결과, 추후 추진될 R&D 프로그램의 수행에 있어 필요한 특성 중 중요한 부분은 개발목표와 시장성 등을 고려한 맞춤형 프로그램을 기획하고 기존에 진행되어 오던 ‘기초·응용·개발’등의 구분되어있던 R&D 개념에서 탈피해야 한다는 것이다. 또한 변화하는 환경에 대응하기 위해 시장수요나 기술 동향에 따라 유연하고 신속적으로 사업을 운영할 수 있도록 해야 한다. 또한 운영중인 프로그램이 실패할 경우에도 대처가 가능하도록 임시 계획을 만들어 수행할 필요가 있다.

5.3.6 시사점

한국은 한 세대 안에 선진국으로 진입한 유일한 국가이다. 따라서 한국의 문제점을 다른 나라의 선례에서 찾을 수 없다. 정부와 시장(산업) 간의 관계는 바뀔 시점이 되었으며, 정부 정책과도 기존의 협력 관계가 아닌 더 밀접한 관계인 초연결성이 필요하다. 즉, 인접 정책분야 간 통합이 필요하며, 과학기술 자원배분은 학문 분야별 안분 방식이 아닌 문제에 대한 해법에 따라서 정책 네트워크의 개방과 민관 파트너십 구축이 필요하다. 따라서 지금까지 과학정책과 산업정책이 각각 기술정책 및 혁신정책과 연관되어 수립되었다면 앞으로는 과학정책과 산업정책, 혁신정책을 융합하여 정책이 세워져야 한다. 과학기술과 산업정책의 변화 과정은 다음 [그림 5-10]과 같다.

[그림 5-10] 정책의 컨버전스 : 경계의 와해, 확장, 통합

자료 : 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직, (2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)

기존의 전통적인 공공 R&D는 부문별 역할은 다음 [그림 5-11]와 같다. 즉, 부문별 역할이 뚜렷하게 나타났다. 하지만 최근 이러한 분업구조는 와해되고, 각각의 역할이 혼재 되고 있다. 대학은 모든 기능을 하고 있으며, 출연연 또한 대학과의 기능을 같이 하고 있다.

[그림 5-11] 공공 R&D부분의 전통적 역할

자료 : 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직, (2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)

[그림 5-12] 공공연구부문의 역할 변화와 전통적 분업구조의 와해

이와 같이 통합적 과학기술혁신·산업정책이 필요한 이유는 과학기술혁신기반 신산업을 육성할 필요가 있기 때문이다. 예를 들어 신재생에너지, 지속가능한 도로교통, 자율주행차 등은 단일한 기술이 아니라, 복잡하고 다양한 기술들 및 관련된 표준, 규제, 제도, SOP 등으로 구성된 기술시스템과 수용성, 선호, 인식, 습관 등 사회적 요소가 복합된 사회기술시스템이다. 새로운 사회 기술 시스템은 관련 제품과 서비스를 제공할 신산업이 필수적이다. 바꾸어 말하면, 신산업 육성을 위해서는 사회 기술 시스템적 접근이 필수적이다. 또

한 시스템 전환을 위한 기술들은 여전히 지속적인 연구개발투자가 필요하며, 연구개발, 인력양성, 산업진흥 및 기업지원, 표준 및 규제를 포괄하는 접근이 필요하다.

6. 신규 R&D 프로그램 추진 유형 분석

본 장에서는 새로운 4차 산업혁명 등 여건의 변화와 향후 국내 산업경쟁력 제고를 위해서 정부가 추진해야 할 대형 R&D 프로그램의 유형이나 추진 방식 등을 제시하고자 한다.

최근의 해외 사례나 재정여건 악화 등을 고려할 때 민관 협력방식 (R&D PPPs)이 가장 유망한 사업 추진 방식으로 평가된다. 이와 함께 사회적 문제 해결이나 지역 문제 해결을 위해 새롭게 대두되고 있는 사회문제 해결형 R&D 및 리빙랩 방식의 사업 방식도 검토하기로 한다.

6.1. 민관협력형(R&D PPPs) 방식

6.1.1. R&D PPPs의 개념

Public Private Partnerships(PPP)은 민간부문과 정부 간의 협력관계를 의미한다. PPPs의 범위나 정의는 매우 다양하게 존재할 수 있다. 단순한 협력관계에서부터 위탁이나 아웃소싱, 좁게는 재원을 공동으로 마련해서 정부의 역할에 해당되는 사업에 전주기적으로 관리하는 것 까지도 포함한다.

주로 교통 등 인프라 분야나 클러스터 조성 등을 위해 민간의 재원을 활용하고 운영단계에 까지 민간 참여를 허용하는 협력관계가 발전해 왔으며 적용 범위가 점차 넓어지는 추세이다.

6.1.2. R&D PPPs의 주요 유형 분석

R&D PPPs의 주요유형에는 재단법인형 PPPs와 사단법인형 PPPs, 인센티브형 PPPs가 있다. 이외에도 기업이 참여하거나 기업 R&D 지원 사업 등도 광의의 PPPs에 해당될 수 있으나 본 연구에서는 정부와 민간이 재원을 공동으로 조달하고 계약에 의해 연구 활동을 수행하는 대표적인 사업들을 유형별로 구분하여 기술하였다.

가. 재단법인형 PPPs

재단법인형은 민간·정부가 공동으로 출자한 특수목적 재단법인 구성으로

이사회(Board)⁴⁹⁾를 중심으로 의사결정이 이루어진다. 이는 유럽의 Joint Technology Initiative(JTIs) 방식이며, 법률에 근거한 독립법인 형식이 많고 해당 사업을 위한 별도의 법령을 가지고 추진하는 형태도 가능하다. 유사사례로는 우리나라의 산업기술연구조합, 신공항고속도로주식회사와 같은 민간 투자사업 SPC가 해당한다.

[그림 6-1] PPP 유형 1: 재단법인형 PPPs

나. 사단법인형 PPPs

사단법인형 PPPs는 관련 민간기업, 연구자 집단이 참여하는 대표 사단법인과 MOU 체결 등을 통해 사업 투자가 이루어지며, 총회에서 주요 연구방안이나 의사결정을 실시한다. 법적 안정성은 부족하나 신속적인 운영이 가능하다는 장점이 있다. 유사사례로는 유럽의 Contractual PPPs가 있으며, 유럽의 경우 로드맵 구성시 민간업체는 물론 다양한 내·외부 전문가 그룹이 리뷰

49) 민간 및 정부가 공동이사회를 운영함

에 참여하여 사회적 합의를 도출하는 형태로 운영된다. 보통은 Horizon 2020을 통해 연구 과제를 공개하며 회원이 아닌 국가나 단체도 참여가 가능하다는 특징이 있다.

[그림 6-2] PPP 유형 2: 사단법인형 PPPs

자료 : EGVl 홈페이지 (<http://www.egvi.eu>)

다. 매칭형 PPPs

매칭형 PPPs는 대학·출연(연)과 민간부문과의 협력 연구 및 민간투자 확대 유인을 위한 PPPs지원 방식을 말하며, 주로 연구기관 사업에 수요 지향적 성격을 강화하는 방안으로 사용된다. 이 유형은 사회적 문제를 해결할 수 있으나 투자 위험이 높은 중대형 프로젝트 중 민간투자를 유치할 수 있는 사업을 선정하고 지원한다. 그리고 민간부문에서 제공하는 부지, 건물, 장비 등의 현물 기부도 공동투자자로 인정하고 현재가치로 평가하는 방식이다. 또한 정부 지원금 대비 민간투자 비중이 높은 사업에만 지원하는 등 철저히 매칭 방식에 의해 사업 추진하는 방식으로 민간 투자가 아닌 대출의 경우 자격을 부여하지 않으며 정부펀딩 보다 민간펀딩 규모가 큰 경우에만 산정하는 방

식이다. 연구재단에 별도의 PPPs 펀드를 설치, 대학 및 출연연구기관의 민간 공동 투자 R&D 사업을 산정하고 지원하며 프로젝트기간은 2~3년을 기본으로 하며 정기적인 평가를 통해 지속 여부를 결정하는 방식을 사용하는 등 유연한 운영 방식을 활용한다.

유사한 사례는 영국의 민자유치펀드(Research Partnership Investment Fund)가 있으며, 해당 펀드는 Higher Education Funding Council for England(HEFCE)가 우수 연구역량을 갖춘 고등교육기관의 민간투자 유치와 경제성장에 기여하는 연구 활동 촉진을 위해 도입한 자원 지원을 하는 형태이다.

6.2. 사회문제⁵⁰⁾ 해결형 R&D사업

6.2.1. 사회문제 해결형 R&D 사업의 필요성

과학기술의 패러다임 확장으로 인해 국민 행복 수준, 삶의 질을 향상시킬 수 있는 R&D 추진의 필요성이 증대되었다. 그 결과 사회가 직면한 각종 사회문제 해결에 직접적으로 기여할 수 있는 성과를 내는 R&D 사업을 추구하려는 노력이 등장하고 있다. 미국의 'Quality of Life Technology Center', EU의 'Horizon 2020(2014~2020년)', 일본의 '사회기술연구개발센터' 설립 등을 대표적인 해외 사례로 들 수 있다.

우리나라의 경우 사회문제를 해결하기 위해 미래창조과학부 주도로 범부처 실천계획을 수립·실천중이다. 미래창조과학부에서는 소프트웨어를 통해서 서비스를 어떻게 구현할 것인가에 대한 문제와 관련된 SOS Lab (Software-Oriented-Service) 개념을 도입하였다. 또한 ICT 국가연구개발사업의 경우에도 리빙랩(Living-Lab)이라는 새로운 개념을 통해 ICT R&D 기획, 추진 체계, 평가방법 등을 바꾸려는 시도가 나타나고 있다. 이러한 사회문제 해결형 R&D 사업에 대한 시도는 미래창조과학부 뿐만 아니라 보건복지부, 산업통상자원부 등 정부부처에서도 실시되고 있다.

다만 사회문제 해결형 R&D사업에 대한 개념 규정이 미흡하여 국가과학기술 위원회가 2012년 12월 「新과학기술 프로그램 추진전략(안)」을 마련하는 것을 시작으로 2013년 「과학기술 기반 사회문제 해결 종합실천계획」을 마련하는 등 사회문제 해결형 R&D 사업에 대한 구체화가 진행되고 있다.

6.2.2. 사회문제 해결형 R&D의 개념 및 유형

50) 개인 또는 공동체의 만족(삶의 질)을 저해하여 개선이나 해결이 요구되는 현안 및 미래 이슈

사회문제 해결형 R&D란 삶의 질과 관련된 사회문제의 주요한 원인 및 현상을 해결하거나 개선·감소시키는 데 기여하는 모든 기술개발 활동을 의미하며, 특히 삶의 질과 연관된 건강·안전·편의 등을 증진시키는 R&D를 의미한다. 사회문제 해결형 R&D에는 직접적인 연구개발 활동뿐만 아니라 관련 기초연구 및 기반구축 등도 포함된다. 또한 R&D 과정에 수요자가 직접 참여하는 것을 특징으로 한다. 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D의 차이점은 다음의 표로 요약할 수 있다.

<표 6-1> 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D 비교

구분	기존 R&D	사회문제 해결형 R&D

주 : * Research & Solution Development : 연구·기술공급 중심이 아닌 솔루션 제공형 연구개발
 자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

사회문제 해결형 R&D사업은 삶의 질을 저해하는 사회문제의 주요한 원인을 밝히고 문제를 해결하거나 악영향을 개선·감소하는 것을 목적으로 하는 사업으로 그 성과물이 제품 및 서비스 등을 통해 최종수요자에게 도달하는 사업을 의미한다. 사회문제 해결형 R&D사업은 사업 참여범위에 따라 다부처 사업, 개별부처 사업으로 구분할 수 있고 사업의 추진특성에 따라 2~3가지 유형으로 분류하여 최종적으로 5가지 유형으로 분류할 수 있다.

형 R&D사업의 특성

일반 R&D사업의 최종목표가 기술고도화 및 경제적 성과를 창출하는 것과 달리 사회문제 해결형 R&D사업의 최종목표는 사회문제를 해결하는 것이다. 또한 일반 R&D와 사회문제 해결형 R&D사업은 사업 추진 단계마다 서로 다른 특징을 갖는다.

<표 6-2> 사회문제 해결형 R&D사업 유형 분류

자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

6.2.3. 일반 R&D와 구별되는 사회문제 해결

<표 6-3> 일반 R&D와 사회문제 해결형 R&D사업 비교

구분	일반 R&D	사회문제 해결형 R&D

주 : * 사회문제 해결활동을 수행하는 기업으로 소셜벤처, 사회적 기업, 사회적 경제조직, 공유가치 창출형 기업 등을 지칭
 자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

사회문제 해결형 R&D사업을 추진하는 과정에서 수반되어야할 핵심요소는 다음과 같다.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 타 사업과 차별화된 ‘사회문제 해결 지향성’ 목표 명확화 ② ‘사용자 참여’를 통한 리빙랩 방식의 연구개발 및 성과 확산 ③ ‘법·제도 및 인증·표준 문제 대응’을 통한 시장 창출 및 수요 활성화 ④ ‘제품·서비스 전달체계’구축을 통한 실질적인 사회문제 해결 |
|---|

각 핵심 요소별 주요 내용은 다음의 표로 정리할 수 있다.

<표 6-4> 사회문제 해결형 R&D사업의 핵심 요소

핵심 요소	주요 내용

자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

6.3. 사용자 참여형 혁신모델 리빙랩(Living Lab)

6.3.1. 리빙랩의 등장배경 및 개요

과거 우리나라의 혁신시스템은 ‘추격’위주로 이루어졌지만 최근 기술과학분야에서 우위를 점하게 되면서 ‘창조형’ 혹은 ‘탈추격형 혁신체제(post catch-up regime)로 혁신시스템이 전환되고 있다. 탈추격 상황이 진행되면서 과학과 사회의 interaction, 과학과 사회의 동시구성이라는 개념 하에 기술과 관련된 안전문제, 제도문제 등을 동시에 개발할 필요성이 등장하였다.

최근 사회문제 해결형 R&D사업의 방식으로 사용자 참여형 혁신모델인 리빙랩(Living Lab) 개념이 부각되고 있다. 리빙랩은 최종 사용자(end user) 및 시민이 연구개발 기획·개발·실증과정에 참여하는 사용자 주도형, 개방형 혁신 모델을 의미한다.

리빙랩 추진과정은 民産學研(민산학연)이 협력하여 혁신활동을 수행하며 4P(Public-Private -People-Partnership)의 플랫폼이라고 볼 수 있다. 리빙랩은 도시, 학교, 공장, 아파트 등 생활세계(Real-life setting)에서 이루어진다.

[그림 6-3] 리빙랩(Living Lab) 개념도

자료 : EU (사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI, 2016) 재인용)

또한 리빙랩 개념은 어떤 사업에 대한 가능성을 타진해보는 실험 장소를 의미하기도 하고, 생활현장, 거버넌스 개념, 지속가능성을 반영하기도 하는 등 다양한 의미로 해석되고 있다.

리빙랩의 대표적인 사례로 덴마크의 Egmont Living Lab을 들 수 있다. Egmont Living Lab은 우리나라의 연구개발사업과 비슷한 개념으로서, 보조 기술(assistive technology)개발 사업을 추진하는 과정에서 장애인 기숙학교인 Egmont 고등학교를 리빙랩으로 선정하여 학생들과 공동으로 기술개발을 진행하였다. 구체적으로는 혁신적 사용자 과정 교육프로그램을 통해 학생들에게 참여적 설계와 전문가과의 소통방법을 교육함으로써 그 결과 조이스틱이 부착된 휠체어를 개발하는데 성공하였다.

우리나라의 경우 산업부의 ‘에너지기술 수용성 제고 및 사업화 촉진사업⁵¹⁾

51) 이미 개발되었으나 제대로 보급되지 못한 에너지기술 중 10개 과제를 선정하여 사용자의 참여로 보급 성공률을 높이는 사업임

(2016)’이 리빙랩 방식을 통해 진행되고 있다. 이 사업은 에너지기술의 문제점을 경험한 실제 사용자 및 다양한 이해관계자를 포함한 공동연구팀을 구성해 문제 해결방안을 모색하는 방식을 적용하고 있다.

리빙랩을 실시함으로써 최종 사용자의 구체적인 니즈를 파악하여 수용성과 문제해결 능력이 높은 제품 및 서비스를 개발할 수 있고, 최종 사용자의 경험, 지식 등을 활용하여 새로운 아이디어를 발굴하는 등의 효과를 낼 수 있다. 또한 연구개발 과정을 통해 기술개발뿐만 아니라 최종사용자의 참여적 문제해결을 통해 최종사용자의 행동변화를 유도할 것으로 기대할 수 있다.

6.3.2. 리빙랩의 사례 및 운영 과정

리빙랩은 국내·외에서 다양하게 활용되고 있다. 해외의 경우 EU와 대만에서 실시되고 있는 리빙랩이 대표적이다. 유럽의 경우 미국의 미디어랩에서 시작된 리빙랩을 최종 사용자의 참여를 강조하는 유럽식 모델로 변화시켜 다양한 리빙랩을 운영하고 있다. 특히 2006년 핀란드의 주도하에 설립된 유럽 리빙랩 네트워크(ENoLL: European Network of living Labs)를 중심으로 2016년 현재 약 400여개의 리빙랩이 운영되고 있다. 유럽지역의 경우 최근 도시의 지속가능한 전환(Urban Sustainability Transition)을 위한 핵심 수단으로 리빙랩이 적용되고 있다.

대만의 경우 2000년대 말부터 ICT를 활용하여 노인 돌봄, 교육, 관광 분야 등 다양한 분야에서 리빙랩을 운영하고 있으며, III(Institute for Information Industry)와 같은 연구기관을 중심으로 사용자 중심의 혁신 서비스 및 제품을 개발하는 리빙랩을 운영하고 있다.

국내에서 리빙랩이 적용되는 사례는 주도 조직에 따라 중앙정부 주도, 지자체 주도, 중간지원기관 주도, 시민사회 주도 등 4가지 경우로 구분할 수 있다. 중앙정부가 주도하는 리빙랩 사업은 미래부가 진행하고 있는 ‘사회문제 해결형 기술개발사업 리빙랩(2015)’, 농촌진흥청의 ‘도시농업 리빙랩(2016)’의 사례를 들 수 있다. 지자체가 주도하는 리빙랩은 서울시 주도로 진행되는 ‘북촌 한옥마을 IoT리빙랩(2016)’이 진행 중이다.

중간 지원기관이 주도하는 경우는 ‘서울혁신파크 리빙랩(2016)’, 성남 고려친화종합체험관의 ‘한국시니어리빙랩(2016)’이 있고, 시민사회가 주도하는 경우는 서울 ‘성대골 에너지 전환 리빙랩(2015)’, 대전 ‘리빙랩 프로젝트 건너유(2014)’가 진행 중이다.

리빙랩은 주도조직, 범위, 위치에 따라 구분할 수 있으며 개략적으로 나타

나면 다음과 같다.

<표 6-5 > 리빙랩 구분

자료 : 사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI, 2016)

리빙랩의 운영과정은 ① 사용자 행태 분석 및 ‘개념설계’ ② ‘프로토타입 설계’ 및 구현 ③ ‘제품·서비스 개발’ 및 실증 단계로 구분할 수 있다.

<표 6-6> 리빙랩의 운영 과정

자료 : 사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI, 2016)

6.3.3. 리빙랩의 의의

리빙랩의 의의는 크게 다섯 가지로 나타낼 수 있으며, 해당 항목은 ① 사회문제 해결형 기술혁신 모델, ② 선도형 기술개발의 실용화 모델, ③중소기업 실증 인프라 지원, ④ 현장기반 지역혁신, 도시혁신 모델, ⑤ 참여형 과학 기술 교육 및 과학문화 모델 등이다.

① 사회문제 해결형 기술혁신 모델

리빙랩 운영을 통해 최종 사용자의 니즈와 지식에 기반한 사회문제를 파악하고 해결할 수 있다. 특히 최종 사용자가 참여함으로써 기업과 연구자가 파악하기 어려운 사회문제를 인식하고 해결할 수 있다.

② 선도형 기술개발의 실용화 모델

기존에 존재하지 않는 기술 및 시장을 대상으로 하는 선도형 기술개발의 경우, 기업도 최종 사용자의 수요를 잘 모르기 때문에 사용자와의 상호작용을 통해 수요를 구체화하고 개발된 기술을 실증·평가·개선 할 수 있는 모델이다.

③ 중소기업 실증 인프라 지원

리빙랩은 특히 자원이 부족한 중소기업을 위한 실증의 공간이 될 뿐만 아니라 사용자와의 상호작용을 촉진시키는 공간으로 활용될 수 있다.

④ 현장기반 지역혁신, 도시혁신 모델

리빙랩은 지역의 수요와 문제에서 시작하기 때문에 지역사회가 당면한 지역문제를 해결할 수 있는 혁신 모델이 될 수 있다. 특히 스마트시티 사업, 도시재생 사업, 농촌 활성화 사업에 활용할 수 있으며 지역사회를 테스트베드로 이용할 수 있다는 장점이 있다.

⑤ 참여형 과학기술교육 및 과학문화 모델

대학 자체를 리빙랩으로 설정하여 기술개발, 교육, 학교문제 해결 등을 수행할 수 있으며 시민이 과학기술활동에 참여하는 참여형 과학문화 모델로 기능할 수 있다.

6.4. 종합

민간부문과 정부 간의 협력관계 구축을 통해 시장 수요를 반영하고 한정된 R&D resources를 효율적으로 활용하기 위한 R&D PPPs 방식의 도입 필요성은 한국적 현실을 고려할 때 크다고 볼 수 있다. 특히 성과의 이전이나 성과확산이 부진하여 연구개발 생산성 향상을 위해 돌파구를 마련해야 한다는 점을 고려하면 향후 정부 중대형 신규 프로그램 운영에서 민관협력 방식의 수요는 더욱 커질 것으로 예상된다.

사회문제 해결형 R&D는 프로그램 운영 방식이라기보다는 연구개발 투자

를 통해 국민 삶의 질 향상을 도모한다는 아이템 특성화와 이를 효과적으로 수행하기 위한 다양한 제도적 개선방안을 포함한다. R&D PPPs 방식과 전혀 별개의 것이 아니라 R&D PPPs 프로그램 운영시 사회문제 해결을 위한 연구아이템을 선정하고 사회문제 해결형 프로그램 특성을 반영할 수 있도록 시장형 연구사업과 제도를 차별화함으로서 융합이 가능할 것으로 본다.

리빙랩 개념 역시 사회문제 해결형 사업 추진의 방식으로서 일반국민이나 지역사회 참여를 촉진하는 연구사업 유형이라 할 수 있다. 모든 R&D PPPs 사업을 리빙랩 방식으로 추진하기는 어렵겠지만 파일럿 방식 등을 통해 시범적인 사업 운영은 가능할 것으로 예상된다.

7. 신규 대형 중장기 R&D 사업 모델 추진 방안

7.1. 신규 추진 사업의 기본 방향

연구진과 연구재단, 미래부는 관련 전문가들과의 의견교류 및 국내 및 해외 사례 연구 등을 통해 향후 미래부에서 추진해야하는 대형 National R&D 프로그램이 갖추어야 할 특성이나 운영 방향을 아래의 <표 7-1>과 같이 정리하였다.

목표 지향적인 R&D를 지향하고 추진의 주요 방식으로서 정부와 민간이 위험과 성과를 공유하는 민관협력방식(Public Private Partnerships: PPPs)의 도입이 필요성이 크다는데 공감하였다. 특히 제4차 산업혁명과 관련된 논의가 필요하고 이에 대응하기 위해 조직의 유연성이 강조되고 있다는 점도 고려할 필요가 있다고 보았다.

새로운 형태의 R&D 조직이 필요하다는 측면에서 기존 법령으로는 사업 추진이 어려울 것으로 보았다. 과거 민관협력을 위해 설립된 연구조합의 경우 해체하게 되면 조합의 잔여 재산이 민법상 국고에 귀속되게 되어있고, 조합을 민간 기업에 매각하는 것도 법적으로 불가능하므로 연구조합을 만들어서 연구개발에 참여하는 경우에도 여러 가지 정책적 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 새로운 형태의 조직을 도입하는 과정에서 법률 및 규제에 대한 구체적인 해석이나 신속적인 진출입이 가능한 연구조직을 운영할 수 있는 법적 근거가 필요하다. 또한 경직적으로 운영되고 고비용 구조가 고착된 기존의 대형연구개발사업 사업단 체제를 종합적으로 재검토할 시점이라 생각된다.

과거에 논의되었던 top-down, bottom-up 개념보다는 최근에는 중간영역에서 유연성을 강조하는 middle-up/down 개념이 나오고 있으며 다품종 대 규모생산이라는 새로운 개념도 나타나는 등 이전에 없던 형태의 생산방식이 도입되므로 이를 반영하는 사업이 되어야 한다는 점도 분명하다.

본장에서는 이러한 공감대를 토대로 향후 실제 사업이 추진될 경우 예비타당성 조사 등에서 필요로 하는 사업의 추진 필요성이나 당위성, 사업 운영 원칙 등을 우선적으로 제시하고자 한다. 또한 PPPs 방식이 실제 적용되기 위해서는 필요로 하는 법령의 제정 및 개정 사항 등 실제 집행을 위해 필요로 하는 실무적인 내용도 포함하였다.

어떤 아이템을 가지고 사업을 추진하는가 하는 문제를 본 연구에서 결론

낼 수는 없으므로 현재 국내·외에서 유망 기술 또는 연구개발 프로그램의 목표로 활용되고 있는 다양한 정보를 제시하고 어떤 방식으로 아이টে을 결정할 것인가에 대한 아이디어를 제공하고자 한다. 예를 들어 종전에는 대형 산업에서 충분히 고려되지 않았던 아이টে들에 대해 고민해야 한다. 대표적인 것이 Service R&D에 대한 것이다. 제품 개발, 기술 개발 등에 적용되었던 R&D 개념이 변화하여 최근 business model을 기반으로 기존에 나와 있는 기술들을 어떻게 적용해나가는가에 대한 문제를 community에 기반하여 해결하려는 시도가 나타나고 있다. 이에 따라 community에서 요구하는 것들을 해소해나가는 관점에서 접근하는 방법도 고려해야 할 것으로 보인다.

<표 7-1> 미래지향적 R&D 프로그램의 특성

- Mission based model: 사회문제해결, 시장·제품 창출형
 - * 다품종-대량생산을 지원할 수 있는 기술개발
- R&D PPPs 방식의 사업 모델
 - * 기술 및 시장 특성에 따라 정부 위험부담 수준을 다르게 하는 다수의 사업 참여 모델을 포함하는 방식 (위험과 과실을 공유하고 시장창출과 변화에 대응)
- 개발목표와 시장성 등을 고려한 맞춤형 프로그램 기획
- 기초·응용·개발의 구분화된 R&D 개념 탈피
- Middle-up, Middle-down 형 기획
- flexible하고 creative한 아이디어를 구현하는 프로그램
 - * 시장 수요나 기술 동향에 따라 목표는 물론 운영방식까지 필요시 조정이 가능한 프로그램
 - * 실패할 경우 contingent plan을 만들어서 대처가 가능한 프로그램 운영 방식
- 다수의 집단지성이 지속적으로 기획, 연구, 평가, 관리에 참여하는 개방형 프로그램
- 글로벌 프로그램의 운영 (기획, 평가, 관리, 성과이전 등)
- 다부처, 정부-민간 협업 및 공동 투자
- 30억 원 단위(예시) 규모의 중형사업 책임운영제 방식 고려

7.2 새로운 환경 변화와 정부 R&D 변화의 필요성

글로벌 경기침체와 국내 주력 수출산업의 경쟁력 약화로 수출이 격감하고 장기 불황 위험이 현실화 되는 등 국내 산업의 생존을 위한 혁신적인 R&D 정책 방향 전환이 필요한 시점이다. 이에 따라 Cyber, 현실세계, 네트워크를

결합한 새로운 산업 환경 도래에 대비한 능동적인 국가 및 산업 개조 필요성이 확대되고 있다.

2016년 1월, 다보스에서 열린 세계경제포럼을 계기로 ‘제4차 산업혁명과 인공지능(AI) 시대의 도래’에 대한 사회적 관심과 새로운 시대에 대한 체계적인 준비의 필요성을 역설하는 다양한 사회적 분위기가 형성되었다. 따라서 제4차 산업혁명의 도래 등 패러다임의 전환기에 대비하기 위한 주요 정책수단으로서 R&D 분야의 혁신이 필요하게 되었다.

주요 환경 변화를 살펴보면 다음과 같다.

7.2.1. 사회구조 변화에 따른 경제적 측면

저출산·고령화의 영향으로 고령화 사회⁵²⁾에 대한 우려가 증폭되는 가운데 총인구부양비⁵³⁾에 대한 관심도가 높아지고 있다. 2010년을 기준 65세 이상 인구는 전체 인구의 11%를 차지하고 있고, 2050년에 이르러는 37%에 육박할 것으로 예측된다.

<표 7-2> 인구구조 별 인구수 및 부양비

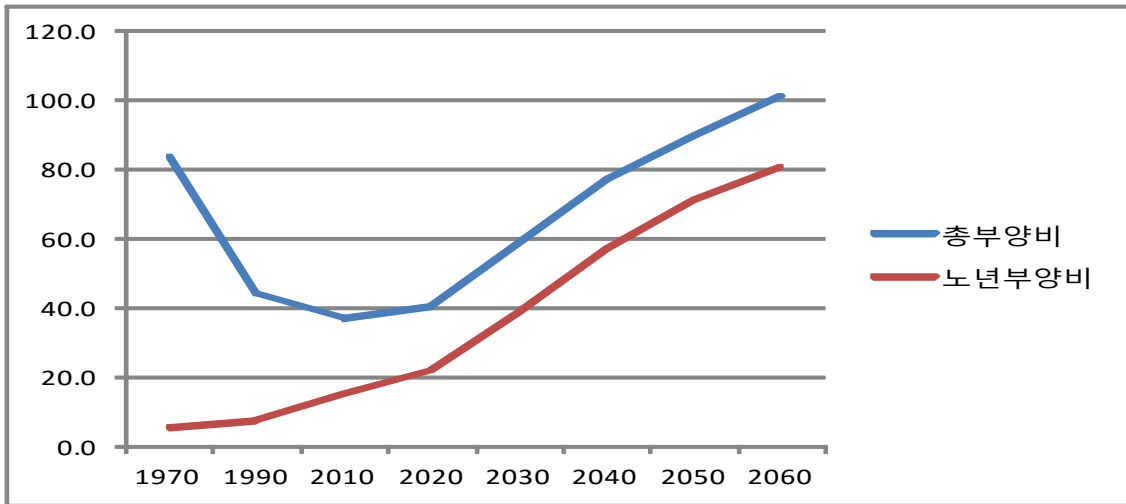
구분	1990	2010	2020	2030	2040	2050	2060
총인구(천명)	42,869	49,410	51,435	52,160	51,091	48,121	43,959
0-14세(천명)	10,974	7,975	6,788	6,575	5,717	4,783	4,473
15-64세(천명)	29,701	35,983	36,563	32,893	28,873	25,347	21,865
65세이상(천명)	2,195	5,452	8,084	12,691	16,501	17,991	17,622
총부양비(%)	44.3	37.3	40.7	58.6	77.0	89.8	101.0
노년부양비(%)	7.4	15.2	22.1	38.6	57.2	71.0	80.6

자료 : 통계청, 장래인구추계, 재구성

52) 총인구 중에 65세 이상의 인구가 총인구를 차지하는 비율이 7% 이상인 사회

53) 유소년층 인구(14세 이하)와 노년층 인구(65세 이상) 대비 청장년층 인구인 생산가능연령인구(15~64세)의 비율

[그림 7-1] 총부양비 및 노년부양비 추세



자료 : 통계청, 장래인구추계

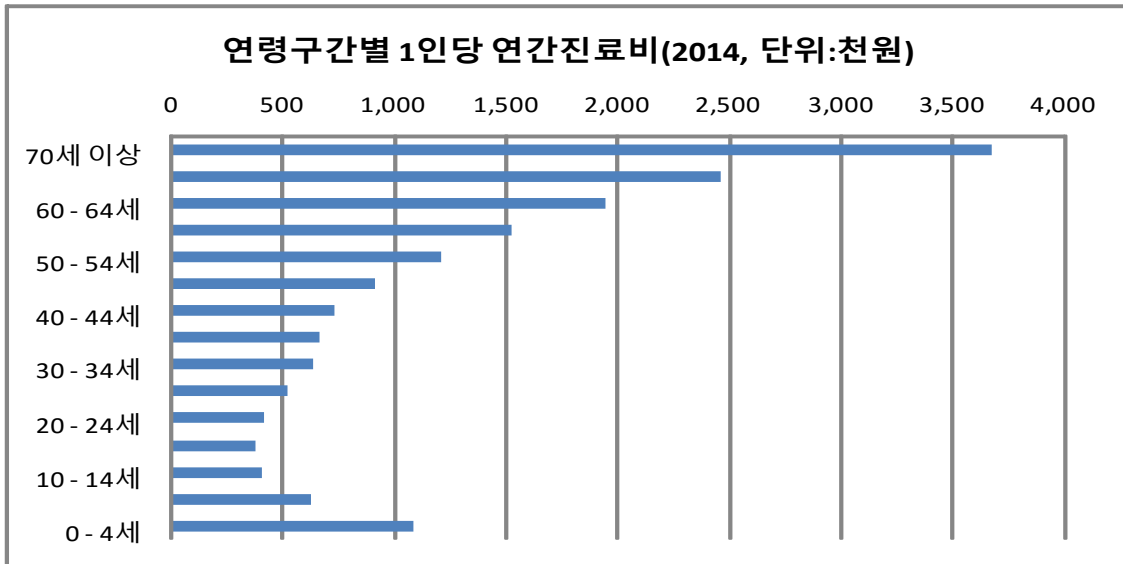
산업구조가 제조업 중심에서 서비스업 중심으로 변화하면서 청·장년층의 실업문제가 증가함에 따라 총인구부양비에 대한 관심도 높아지고 있다. 총인구부양비의 경우 2010년 현재 37.3%이지만 2050년 89.8%를 넘어 2060년에는 101%로 생산가능연령인구 1인당 1명을 부양해야 할 것으로 예측된다. 고령화 사회로 진입함에 따라 65세 이상의 고령 인구의 노동참여를 확대하기 위하여 AI·IoT·생명공학 기술을 기반으로 하여 고령자의 노동참여 촉진가능성을 확보하는 것이 필요하다. 또한 건강수명이 연장됨에 따라 고령자의 취업이 가능한 노동환경을 조성하여 고령화 사회에 기인한 사회문제에 대한 대비가 필요하다.

이러한 인구구조의 변화는 생산성 하락과 경제활동 인구의 감소로 이어지기 때문에 새로운 기술 확보와 대응을 통해 경제 전반의 생산성과 경쟁력을 높이려는 노력이 더 필요하게 된다.

7.2.2. 사회구조 변화에 따른 사회비용적 측면

앞에서 언급한 것과 같이 고령화 사회에 접어들면서 이에 수반되는 사회비용 역시 큰 문제로 대두되고 있다. 우리나라 70세 이상 국민 1인당 진료비는 평균 약 368만원으로 가장 크게 나타난다. 건강수명이 연장되면 고령자를 위한 의료비를 절약함으로써 사회적 비용을 경감시킬 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 정밀의료, 바이오 신약 등의 분야에서 적극적인 R&D를 통해 비용을 절감할 수 있는 생산 시스템을 구축하여 사회구조 변화에 따른 사회적 비용을 감축해야 한다.

[그림 7-2] 연령구간별 1인당 연간진료비



자료 : 국민건강보험공단, 건강보험통계

7.2.3. 환경문제 측면

최근 (초)미세먼지가 새로운 환경문제로 떠오르고 있다. 이러한 환경문제는 산업분야 뿐만 아니라 국민의 삶의 질에도 막대한 영향을 끼친다. 따라서 최근 주요 관심사인 (초)미세먼지의 과학기술적 원인분석과 미세먼지 저감 등의 기술개발을 통한 문제의 근본적·혁신적 해결을 위한 방안 마련이 시급하다. 적극적인 R&D를 통해 과학적 현상에 근거한 데이터를 통해 이와 관련된 정책수립을 하거나 빅데이터 분석 및 인공지능(AI) 적용을 통한 예보 정확도 향상 등을 가능하게 하기 위한 기술 개발의 필요성이 대두되고 있다.

7.2.4. 연구개발투자의 생산성 부진

R&D 투자 규모가 급증한 지난 수십 년 동안 정부 노력에도 불구하고 과학기술분야에 대한 투자가 경제성장이나 고용 등에 충분하게 기여하지 못하고 있고 기업들에게도 활용되지 못하는 등 투자효율성에 대한 심각한 비판이 지속되는 상황이다. GDP 대비 R&D 투자비중은 세계 최고수준이나 고부가가치 특허의 부족으로 만성적인 기술무역수지 적자가 지속되었으며, 대학, 출연연구소의 연구생산성이 전반적으로 낮은 수준이다.

<표 7-3> 한국과 미국의 연구생산성 비교

주 : 연구생산성(%) = (기술료/연구비)×100

자료 : AUTM 조사보고서 (보도자료, (특허청, 2013.12.11.) 재인용)

국내 연구개발시스템의 개혁은 1992년 시작된 G7 프로젝트, 1999년의 21세기 프론티어사업 등의 출범을 계기로 획기적인 변화가 유도되었다. G7 사업은 산학연 연계 및 전략적 투자(선택과 집중원칙, 사전 연구기획) 개념을 R&D 분야에 확산시켰다. 21세기 프론티어 사업은 장기 집단연구 시스템(사업단)을 본격적으로 적용하고 사업화를 포함한 전주기적 프로그램 운영을 구체화한 사업으로 사업단 방식의 확산 및 정착에 기여하였다. 그러나 현존하는 대표 대형 R&D 사업인 글로벌프론티어 사업은 새로운 변화를 유도하는 등 혁신적인 성과나 운영면에서 파급효과가 지극히 제한적이며 상당한 비판에 직면해 있다.

따라서 신규 R&D 프로그램의 경우 이러한 기존 대형사업들의 한계와 문제점을 극복하기 위한 방향으로 사전 기획이 이루어져야 한다.

기업이나 시장 수요에 대한 충분한 점검이나 파악 없이 대형 과제가 기획되어 연구성과가 민간부문에서 활용되지 못하거나 연구로만 끝나고 있어 투자 대비 성과가 부족하다는 비판이 지속됨

대형 사업단별 성과 목표 및 지표의 구체화가 이루어지지 않아 성과 및 목표 관리가 충분히 이루어지지 못하고 있음

사업단장에 세부과제 기획 선정을 결정하도록 하는 등 권한은 크게 강화하였으나 이에 대한 적절성을 감독하는데 한계가 나타남

사업단별 독립적인 과제 평가, 관리, 정산을 실시하는 제도를 운영하고 있으나 전문성, 객관성 부족으로 지속적인 문제 발생

단계평가를 실시하여 하위 과제를 과감하게 퇴출하는 제도를 운영하고 있으나 객관적 평가가 이루어지지 못해 제도가 유명무실화 되는 등 평가 제도의 내실화가 이루어지지 못하고 있음

출처: 대형연구개발사업 추진실태 (2016, 감사원)

7.3 대형연구개발 프로그램의 필요성과 특성

그렇다면 이러한 환경변화에 대응하기 위한 정책 수단으로서 대형연구개발 프로그램의 유용성이 확보될 수 있는가에 대한 고민이 필요하며, 다음과 같은 근거를 기준으로 정부가 대형 R&D 사업을 추진해야 할 필요성을 주장할 수 있다.

첫째, 대형 R&D 사업은 민간이 단독으로 수행하기 어려운 분야의 안정적인 중장기 투자를 진행하도록 하는 대표적인 정부 고유의 역할이다. 민간 기업들은 3~5년 기간 내 사업화를 목표로 R&D 투자를 추진하는 것이 보편적이며 5년 이상의 투자 회임 기간을 필요로 하는 원천기술이나 불확실성이 큰 기술에 대해서는 투자를 기피할 가능성이 있어 시장 실패(market failure) 가능성이 높기 때문이다.

둘째, 새로운 경제·사회적 이슈와 글로벌 차원의 변화에 대응하기 위해 다수의 이해관계자와 기술 분야를 아우르는 융합적인 문제해결 방식이 필요하며, 정부, 민간, 연구 집단 등이 다수 참여할 수 있는 대형 R&D의 전략적 추진이 중요지고 있다. 단일 부처나 연구자, 기업이 해결할 수 없는 경제·사회적 문제가 지속적으로 등장하고 있고 연구분야가 다양해지면서 시장에서 과소 투자될 위험이 커지고 있다. 전 세계적으로 혁신이 빠르게 진행되고 기술 및 제품 수명주기가 짧아지는 등 불확실성이 커지고 있어 글로벌 기업들은 ‘개방형 혁신’을 통해 기업 경쟁력을 유지하는 전략을 지속한다. 전 세계 대학 및 연구기관과의 협력이나 연계를 통해 아이디어와 지적재산권(IPR)을 효과적으로 활용하고, R&D 투자 생산성을 개선하는데 주력하고 있다.

셋째, 한국 기업들은 내부개발을 우선하는 관행으로 대학, 출연연구기관의 활용이나 공동연구를 통한 혁신 활동이 매우 부진한 상황으로 이를 해결을 위한 새로운 R&D 전략이 필요하다. 국가 R&D 생산성을 개선시키기 위해 새로운 방식과 철학을 가진 National R&D 프로그램을 추진하여 과학기술 투자 시스템 전반의 변화를 유도할 필요가 있는 상황이다.

7.4 Public Private Partnerships 방식 도입 방안

7.4.1. R&D PPPs 도입 기대효과

R&D PPPs 방식의 대형연구개발 사업을 실시함으로써 얻을 수 있는 기대 효과는 여러 가지가 있다.

첫째, 산업계가 주도하는 R&D 사업으로 사업 우선순위(Priority) 설정이 분명해지고 시장 영향이 큰 사업 중심으로 투자되는 등 R&D 투자 효율성 제고가 촉진될 수 있다. 국민 안전과 생활의 질 향상을 위한 국가 역량 집중화 요구가 지속적으로 증대됨에 따라 국내의 민간 및 정부의 인적·물적 자원을 집중적으로 투자 확대하고 이에 따른 성과의 극대화가 필요해지게 되었기 때문에 PPPs 방식 채택하는 것이 성과 개선 측면에서 큰 역할을 할 것으로 예상된다.

둘째, 다년도 로드맵을 통한 사전사업기획, 예산확정으로 예측 가능하고 안정적인 R&D 투자가 가능해진다.

셋째, 민간 기업은 사업 참여를 통해 정부와 R&D 비용 및 위험 공유·감소를 기대할 수 있어 R&D 투자 증대 인센티브의 확보가 가능해진다. 투자위험 공유 및 중장기 집중 투자가 필요한 분야에서 활성화가 예상되며, 민관의 협력을 통해 R&D 활동을 활성화하고 이를 바탕으로 보다 혁신적이고 효율적인 기술개발과 이를 활용하는 제품생산을 도모하는 것이 목표라 할 수 있다.

넷째, 혁신적인 중소기업(SMEs)의 R&D 참여 및 기술 활용(시장화) 활성화가 촉진된다.ダイナ믹하게 변화하는 혁신기술과 사회적·글로벌 차원의 새로운 도전에 보다 적절하고 빠르게 대응할 수 있도록 R&D 및 혁신 정책을 변화시킬 수 있다. 또한 이 방식은 전통적으로 정부가 기업에게 제공했던 연구개발 보조금이나 조세 지원 방식 보다 효과적으로 정책 목표를 달성할 수 있다는 평가를 받고 있으며 전 세계적으로 확산 추세에 있다. 산업계는 정부 연구와의 파트너십 확보를 통해 문제해결, 새로운 시장 창출, 부가가치 확보 등을 보다 쉽게 달성 할 수 있어 긍정적인 효과가 있다.

다섯째, 산업계 R&D 역량을 정부가 전략적으로 추진하는 프로그램에 안정적으로 투입할 수 있어 기술개발 성공가능성 및 적기 목표 달성을 기대할 수 있다. 상용화 측면에서도 기업이 직접 참여하는 프로그램의 특성상 기술 이전이나 확산면에서 정부 주도의 프로그램 보다 상대적으로 경쟁력이 높다. 그리고 기술혁신이나 개발 과정이 급변하는 R&D 특성을 가장 잘 대응할 수

있는 수요자 중심의 프로그램 운영이 가능하다.

여섯째, PPPs는 다수의 민간-공공기관, 연구자가 지속적으로 모니터링하고 참여하는 방식으로 개방형 혁신(Open innovation)을 구현하는데도 최적의 집행 방식이며 과학과 혁신을 연결하고 산업계 경쟁력을 확보하는 면에서도 단절된 기존의 접근 방식 보다는 우위에 있다. 그리고 혁신제품의 정부 조달, 지역의 smart 특화 전략 수립 및 집행 등 대표적인 수요 방식(demand side) 정책을 집행할 때 매우 유용한 정책 수단이 될 수 있다.

7.4.2 National R&D PPPs의 운영방식

National R&D PPPs를 시행하는데 있어 4가지의 기본 운영 방침을 제시하고자 한다.

첫 번째는 국가 역량과 자원을 총 집중하는 다부처 범정부 전략적 R&D 프로그램이어야 한다는 점이다. 미래부, 산업부, 복지부, 국토부 등 R&D 혁신역량을 갖춘 여러 부처가 공동으로 사업을 추진하는 것으로, 사업 내용 및 특성에 따라 주무부처와 부처별 투자 비중을 설정하고 사업 발전 정도에 따라 부처 간 역할 및 투자 비중을 조정하는 신축적인 운영 방식을 도입하는 것이 필요하다. 또한 기존 사업 방식에 얽매이지 않는 단순한 사업 신청 및 관리 방식을 추진해야 한다.

두 번째는 산업계가 주도하는 시장중심형 R&D 프로그램이어야 한다는 점이다. 시장성가능성, 전략산업 경쟁력 확보, 신산업 창출 등 시장중심적인 목표를 부여해야 하며, 기술·시장 여건 변화에 신축적으로 대응하는 프로그램으로 운영해야 한다. 또한 민간투자실적 및 중간단계 시장성가능성에 기반을 두고 투자 지속 여부를 판정해야 한다.

세 번째는 Open Innovation 방식을 추구해야 한다는 점이다. 프로그램 참여 진입 장벽을 최소화함으로써 협력과 경쟁을 유도하고, 혁신역량을 갖춘 중소기업 및 신진 연구자에게 기회를 부여해야 한다. 또한 연구의 성과, 과정 관련 정보(Data 등)를 국민과 공유하는 개방형 사업 형태를 갖춰야 한다.

넷째, 글로벌 네트워크를 활용해야 한다는 점이다. 국내·외를 망라한 분야별 최고 수준의 연구자 및 연구 집단을 활용하는 것을 원칙으로 하며, 이때 지역·집단 할당제는 배제되어야 한다. 나아가 재외 한인 연구자, 해외 석학 등을 활용한 국제공동연구를 활성화 시키는 노력이 필요하다.

7.4.3. 사업 관리 시스템

가. 신축적인 관리 가버넌스의 도입

사업단을 통해 운영되는 대형연구개발 프로그램은 국가 핵심산업들의 경쟁력 확보를 위해 국가가 우선적으로 확보해야 할 전략기술을 효과적으로 개발할 수 있는 정책수단이다. 소규모 단기 연구개발사업만으로는 성과를 얻기 어려운 핵심기술 확보를 위해 장기·대규모 집단 연구개발 프로그램이 필요하다.

다만 각 사업단에서 하위 과제를 기획, 선정할 경우 사업 목표와 연계된 과제를 선정하고 목표 달성이나 연계성을 수시로 확인하고 보완하는 시스템 구축이 있다는 전제하에 필요하다. 파급효과가 큰 원천 기술 개발 분야이지만 국내 연구기반이 부족한 분야의 경우 국가 차원의 전략적이고 체계적인 지원은 불가피하다. 소규모 과제들을 통한 단발성 지원 등이 존재할 수 있으나 부진한 분야의 핵심 이슈를 해결하거나 break through를 마련하는 데는 한계가 있다.

특히 모든 단위 사업에 사업단을 의무적으로 채택시킬 필요는 없으며 사업 추진 주체와의 협의를 통해 사업 특성에 맞는 운영방식을 제안해올 경우 이를 반영한 관리 방식을 채택하도록 하는 것이 바람직하다.

나. 개방형 사업체제 도입

사업단 체제에서 객관적인 평가를 통해 목표달성이 어렵거나 여건변화 등으로 신규 사업이 필요할 경우 과감하게 하위사업의 퇴출이나 신규 보완 기획 등을 통한 사업내용 조정이 허용되도록 하여야 한다. 다만 이를 위해서는 사업초기에 목표 달성 여부 등을 객관적으로 판단할 수 있는 성과 목표를 제시해야 하며 성과평가 지표 역시 구체성을 확보할 수 있도록 사전에 제출되어야 한다. 평가 지표와 목표 관리에 대한 구체성을 선정 평가 시 충분히 반영해야 한다.

특히 대형 사업단 방식으로 진행될 경우 개인의 창의력과 독창성이 필요한 연구가 위축되거나 도태될 가능성이 존재하므로 이에 대한 보완 대책을 사전에 제시하도록 하고 이를 사업단 선정 시 고려할 필요가 있다.

다. 성과 관리의 강화

사업화를 사전적으로 고려하지 않는 기초 및 원천분야 연구 성과는 사장될 가능성이 높아지므로 각 사업의 방향성을 분명하게 기획하여 성과를 연계하여 활용할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 필요하다. 사업 종료 후 성과를 활용할 수 있는 후속 사업 또는 연계 및 지원 전략이 요구되며, 사업 종료 후 확보된 기술 인프라를 적절하게 활용하고 유지하는 전략을 포함하여 전체적인 맥락에서 대형 연구개발사업을 준비해야 한다.

PPPs 방식의 경우 지적재산권 등을 공유하거나 기술료를 확보하는 방식으로 수익을 확보하는 프로그램으로 다수의 이해당사자가 관련되어 있고 협상 과정이나 의사결정과정의 복잡해 질 수 있다. 이러한 점을 고려하여 기존의 기술료 제도에 얽매이지 않고 정부와 사업주체간 협상을 통해 조정할 수 있는 법적 근거도 마련할 필요가 있다.

<표 7-4> 신규사업 평가관리시스템 개념(안)

구 분	현 행	신규대형 사업(PPP형)	비고
RFP	- 메뉴얼화 제공	- 필수항목 제시 : 자유제안	
모집	- 공모/복수이상 경쟁, 정시	- 공모/단수 자유제안, 수시	
제안서	- 분량 무제한(최대 작성)	- 분량 제한(최소 작성)	
선정평가	- 유형별 복수이상 비교평가	- 제안 단위과제별 절대평가	
평가위원	- Pool에서 무작위 - 상피제도 적용	- 평가위원 추천제 - 상피제도 제외	
평가방식	- Peer Review(위원회평가) - 행정절차 중심 - 정량평가 + 정성의견 - 평가소요시간 : 1시간내 - 평가서 : 3~5쪽	- PM Review(책임평가) - 의사결정과정 중심 - 정성평가 + 정량의견 - 평가소요시간 : PM일임 - 평가서 : 제안서보다 많게 * 학회, 전문가 등 5곳이상 의견수렴	최 소 1M 에서 최 대 3M
과제관리	- 년차별 관리 - 진도→중간→단계→최종	- 총연구기간 관리 - P-D-S-Check	
연구비 지원	- 년차별 균등 지원	- 계획별 차등 지원	
연구비 사용	- 비목별 세목 관리 - 이월사용 불가	- 비목별 총액관리 - 승인조건 이월사용 가	
결과평가	- 년차-단계-최종평가 필수 - 논문, 특허, 기술료 등 - 중간종료 문제시만 가능 * 성과관계없이 주어진 시간 소요	- 최종평가만 실시 - 최소요구성과+최대기대효과 - 조기종료, 중간포기 인정	무빙 관리
사후관리	- 종료 - 기술이전, 성과확산 또는 기타 기관보유 또는 사장	- 지속가능성 유지 - 기업참여, 부처연계, 브릿지사업 연결 등	

7.4.4. R&D PPPs의 사전기획 및 실행절차

R&D PPPs의 사전 기획을 위해 준비해야 할 구체적인 추진 과정과 절차를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 연구개발 PPPs에 대한 개념과 도입 방식을 유형화하여 관련 부처 및 관계자에게 공개하고 다양한 의견수렴을 해야 한다. 본 연구에서 제시한 사단법인형 또는 재단법인형 사업 등이 대표적인 유형인데 정부와 민간이 공동으로 재원을 투입, 사업 추진체(합작법인)를 만들고 이를 중심으로 기술개발 및 사업화를 추진하는 방식(Joint Technology Initiative 방식)이나 정부와 전문분야의 민간협업체가 협약을 체결, 중장기 기술로드맵 하에서 기술개발 및 사업화를 추진하는 방식(Contractual Public-Private Partnerships)으로 이루어질 수 있기 때문에 정부가 우선적으로 추진할 모델을 결정하고 의견을 수렴해야 한다.

초기단계의 경우 비교적 안정성이 있는 JTI 방식이 유망해 보이며 법적 근거 등이 마련될 경우 신속적 도입이 가능한 cPPPs 방식의 후속 도입이 필요할 것으로 전망된다.

둘째, 사업방식 등에 대한 의견 수렴과 함께 법령 정비 등 사업추진을 위한 법적·제도적 장치를 마련해야 한다.

셋째, 기획단계에서 우선적으로 추진할 것은 유망 아이템을 공개 공모형식으로 발굴하고 사전기획이나 로드맵 구성 등을 추진할 주관기관을 선정하는 것이다. 유망아이템 발굴의 경우 공개적으로 산업계, 과학기술계, 경제사회계 등으로부터 추천받고 후보군 선정에서도 정부가 단독으로 하기 보다는 산업계 및 전문가를 중심으로 구성된 위원회를 구성하여 결정하는 것이 바람직하다.

사업 선정 기준의 경우 관련 중장기 기술개발 및 혁신 로드맵을 기초로 잠재력이 크고 산업경쟁력 확보에 파급영향이 큰 기술 분야나 미래지향적인 융합형 제품을 개발하는 아이템을 우선적으로 고려할 필요가 있다. 또한 사회문제 해결을 위한 아이템도 일정부분 포함시키도록 하여 국민적인 합의와 과학기술의 사회 기여도를 제고하는 점도 반영하여야 한다.

사전기획이나 로드맵 작성이 준비되는 과정에서 최종적인 사업의 선정은 산업계의 실질적인 참여 여부라 할 수 있다. 극히 공공성이 큰 일부 주제의 경우를 제외하고 일정기간(1년 내외) 기업의 실질적인 투자 및 연구 참여의사 확인 등을 거쳐 시범사업 과제를 선정하는 것이 필요하다.

기획 등을 위한 아이템은 충분히 제공하되 민관협력체 구성 및 재원 확보 등 민간참여 실적 등을 고려하여 시범사업 대상을 최초 3~4개 정도 결정하여 추진하는 것이 현실적인 방안으로 판단된다. [그림 7-3]는 R&D PPPs의 실행절차를 제시하고 있다.

[그림 7-3] R&D PPPs의 실행절차(안)

7.5. 법적 제도적 준비사항

7.5.1 배경 및 필요성

글로벌 경기침체와 국내 주력 수출산업의 경쟁력 약화로 수출이 격감하고 장기 불황 위험이 현실화 되는 등 국내 산업의 생존을 위한 혁신적인 R&D 정책 방향 전환이 요구된다. 특히 투자위험을 공유하거나 중장기 집중 투자가 필요한 분야에서 활성화될 것으로 예상된다.

법제의 개별성과 중복성을 검토하여 연구개발의 민관협력을 촉진할 수 있는 방안 모색을 통해 국내 민간·정부의 인적·물적 자원을 집중적으로 투자 및 확대, 성과 극대화가 필요하다. 민관의 협력을 통해 R&D 활동을 활성화하고 이를 바탕으로 보다 혁신적이고 효율적인 기술개발과 이를 활용하는 제품생산을 도모해야 한다.

7.5.2. 민관 협력 연구개발의 의의

민관 협력 연구개발은 민관정부, 민간 산업계가 재원·운영을 분담하는 협력관계를 의미하며, 특수법인을 구성, 계약을 근거로 공동투자 하는 방식이 대표적인 유형이다.

<표 7-5> 민관협력 연구개발 관련 법령 현황

주요법령	주요내용
과학기술기본법	- 국가 연구개발사업의 추진원칙 규정
(규정)국가연구개발사업의관리등에관한규정	- 연구결과물의 소유 및 활용(양도) - 기술료의 징수 및 사용 등
협동연구개발촉진법	- 연구관련 공공기관, 별도 법인이 민간의 연구개발을 지원하거나 공동으로 연구하는 등 연구관련 민관협력
기초과학연구진흥법	- 민간위탁을 통한 민관협력
기술이전촉진법	- 공공연구개발 성과의 귀속, 실시권 - 지재권의 기업에 대한 무상 양여 등
조세특례제한법	- 연구개발 조세특례(손금산입, 세액공제 등)

7.5.3. 특별법 제정의 필요성과 요건

1) 목적

특별법의 목적은 그 필요성에 정부, 민간 산업계가 재원·운영을 분담하는 협력관계를 규정하기 위한 목적 정의가 요구되며, 요건으로는 국가연구개발사업의 추진에 있어 민간 투자가 가능함을 명시하고 최종 목표로써 국민경제의 발전, 즉 공익 달성에 주 목적이 있음을 제시한다.

<예시>

이 법은 국가연구개발사업에 대한 민간의 투자를 촉진하여 창의적이고 효율적인 국가연구개발사업의 확충·운영을 도모함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

2) 사업 추진방식

사업 추진방식은 그 필요성으로 정부, 민간 산업계의 협력관계의 방법에 대한 요건과 사업 추진방식에 대한 정의가 요구되며, 요건으로는 “사회기반 시설에 대한 민간투자법” 상의 성과 소유권의 인정범위와 방식에 따른 방식을 준용해야 한다.

<예시>

>

민간투자사업은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 방식으로 추진하여야 한다.

1. 국가연구개발사업의 시행과 동시에 해당 유·무형 성과의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며, 사업시행자에게 일정기간의 실시권을 인정하는 방식
2. 국가연구개발사업의 종료 후 일정기간 동안 사업시행자에게 해당 유·무형 성과의 소유권이 인정되며 그 기간이 만료되면 국가 또는 지방자치단체에 귀속되는 방식
3. 국가연구개발사업의 수행과 동시에 사업시행자에게 해당 유·무형 성과의 소유권이 인정되는 방식

3) 사업 지정요건

사업 지정요건은 그 필요성에 국가연구개발사업사업을 민간투자방식으로 추진하려는 경우 대상사업의 요건에 대한 정의가 필요하며, 일정규모 이상의 사업에 대한 타당성 분석 필요하다. 민간투자의 경우 민간분야의 참여가 현실적으로 가능할 수 있는 범위에서 추진되어야 하며, 타당성 분석에 대한 규모와 방법에 대한 요건이 수립되어야 한다는 것이 기재되어야 한다.

<예시

>

주무관청은 국가연구개발사업사업을 민간투자방식으로 추진하려는 경우 이를 민간투자대상사업(이하 "대상사업"이라 한다)으로 지정하여야 하며, 대상사업으로 지정되기 위하여는 다음 각 호의 요건을 갖추어야 한다.

1. 국가연구개발사업과 관련된 중기·장기계획 및 국가투자사업의 우선순위에 부합할 것
2. 민간부문의 참여가 가능할 정도의 수익성이 있는 사업일 것
3. 주무관청은 대상사업 중 대통령령으로 정하는 일정 규모 이상의 대상사업에 대하여는 그 사업에 대한 타당성분석을 한 후 심의위원회의 심의를 거쳐 지정하고, 그 타당성분석 결과를 요약하여 국회 소관 상임위원회와 예산결산특별위원회에 제출하여야 한다.

4) 법인설립 절차

법인설립 절차에서 필요성으로 자원·운영의 분담의 합리적 추진을 위해서는 특수법인을 구성, 계약을 근거로 공동투자 하는 방식이 활용될 필요가 있다는 것을 명시하고, 요건으로는 사업 시행자가 지체 없이 법인을 설립하여야 하며, 설립된 특수법인은 해당사업과 관련된 사업만을 수행할 수 있도록 해야 한다는 것을 기재해야한다.

<예시

>

법인을 설립하여 민간투자사업을 시행하려는 자는 사업계획에 법인설립계획을 포함하여 제출하여야 한다.

주무관청은 제1항에 따라 법인설립계획을 제출한 자를 사업시행자로 지정하는 경우에는 법인의 설립을 조건으로 해당 법인을 사업시행자로 지정하여야 한다.

제2항에 따라 조건부 지정을 받은 자는 실시계획의 승인을 신청하기 전까지 해당 민간투자사업을 시행할 법인을 설립하여야 한다.

제3항에 따라 설립된 법인은 사업시행자 지정 시 주무관청이 인정한 사업 외의 다른 사업을 하여서는 아니 된다. 다만, 사업시행자 지정 후 주무관청이 인정한 경미한 사업에 대하여는 그러하지 아니하다.

5) 공공부문의 출자 범위

공공부문의 출자 범위에는 필요성에 민간투자사업의 특수법인 설립 시 공공부문의 자금의 출자 비중에 대한 정의와 법인의 운영에 필요한 추가 자금에 대한 정의가 필요하다는 것을 명시하고, 요건으로는 공공부문의 총 출자 비중과 출자가액 그리고 사업수행에 있어 추가 출자의 가능성이 포함되어야

한다.

<예시

>

공공부문이 연구개발사업사업을 시행하는 민관합동법인(설립예정인 민관합동법인을 포함한다. 이하 같다)에 출자할 경우 공공부문의 총출자 비율은 대통령령으로 정하는 경우를 제외하고는 XX퍼센트 미만으로 한다.

제3항에 따라 민관합동법인에 출자하는 관리운영권의 출자가액(出資價額)은 국가 또는 지방자치단체가 해당 국가연구개발사업의 신설·증설·개량 또는 운영에 투자한 금액 및 수익성 등을 고려하여 산정한다.

국가 또는 지방자치단체는 사업을 원활하게 시행하기 위하여 필요하면 대통령령으로 정하는 경우에 한정하여 사업시행자에게 보조금을 지급하거나 장기대부를 할 수 있다.

6) 성과물의 귀속

성과물의 귀속에서는 필요성에 지재권 관계법령과 국가연구개발 관계법령에서 동시에 규율하는 복합체제에 속하고, 과학기술기본법이 국가연구개발사업의 추진 및 관리에 대하여 최소한의 사항만을 규정하고 있고 나머지는 행정부에 위임하고 있는 상황임에 따라, 타 법률의 내용과 충돌될 가능성을 다분히 보유하고 있으므로 명확히 기재해야 한다. 요건으로는 소유권 귀속과 기술료 징수, 연구개발사업의 보안 등 재산권의 행사와 관련된 사항에 대해 또는 성과물은 특수법인에 귀속시키고, 정부는 출자금 비중에 따른 지분을 소유할 수 있도록 규정하여야 한다.

<예시

>

정부출연금 지분에 해당하는 지식재산권은 법인이 소유한다.

7) 특례조항

특례조항에는 민간투자를 활성화하기 위하여 다양한 인센티브의 제공범위를 규정하여야 한다. 요건으로는 공공부문의 출자 비중에도 불구하고 배당금을 민간부분에서 활용할 수 있도록 투자활성화에 대한 장치가 마련될 필요가 있으며, 부담금과 조세의 감면의 여지를 제시할 필요가 있다.

<예시

>

민관합동법인에 출자한 공공부문은 해당 민관합동법인의 이익을 배당할 때 중소기업 또는 소액주주의 보호 등 필요하다고 인정하는 경우에는 공공부문에 지급할 배당금의 전부 또는 일부를 「상법」 제464조에도 불구하고 민간부문 주주에게 추가하여 배당하게 할 수 있다.

민간투자사업의 시행을 위하여 해당 사업예정지역에 있는 농지 또는 산지의 전용이 필요한 경우에는 사업시행자에게 「농지법」 또는 「산지관리법」에서 정하는 바에 따라 농지보전부담금 또는 대체산림자원조성비를 감면할 수 있다.

사업시행자가 민간투자사업을 시행할 때에는 「개발이익환수에 관한 법률」 또는 「수도권정비계획법」에서 정하는 바에 따라 개발부담금 또는 과밀부담금을 감면할 수 있다.

국가 또는 지방자치단체는 민간투자를 촉진하기 위하여 「조세특례제한법」 또는 「지방세특례제한법」에서 정하는 바에 따라 조세를 감면할 수 있다.

8. 원천기술 R&D 투자의 파급효과 및 경제적 타당성 분석

8.1. R&D투자의 거시경제적 파급효과

8.1.1. 정부 연구개발투자(R&D투자) 확대의 타당성

기술수준 향상을 위한 정부 및 민간의 투자지출로 정의되는 연구개발투자(이하 R&D투자)는 ‘지식스톡의 증대→기술의 진보와 혁신→모방과 확산’이라는 일련의 과정을 통해 국가 경제의 지속적인 성장과 발전에 기여한다. 특히 연구개발투자에서 비롯되는 기술의 진보와 혁신은 솔로우(Solow) 성장모형, 내생적(Endogenous) 성장모형 등 경제성장과 관련된 이론에서 1인당 산출량의 증가를 유발하는 필수 요소로 작용한다.

다만 R&D투자의 경우 공공성(Public Good), 전유가능성(Appropriability), 외부성(Externality) 등의 시장실패를 유발할 가능성이 존재하므로 대부분의 국가에서 정부 주도로 R&D투자와 관련된 지원을 실시하고 있다. 특히 사업 실패에 대한 위험(risk)이 큰 기초연구분야에서 정부가 직접 R&D투자 지출을 하는 경우가 대부분이고, 응용연구분야의 경우에도 보조금 지급, 세제혜택 제공 등 민간의 R&D투자를 촉진하기 위한 정책적 지원이 확대되고 있다.

지속적인 경제성장과 관련된 정책적 결정에 중요한 정보를 제공한다는 점에서 R&D투자가 경제에 미치는 영향을 살펴보는 것은 의의가 있다. 다만 R&D투자의 경제적 영향을 살펴본 기존의 연구에서는 주로 R&D투자가 장기 경제성장에 미치는 영향에 대해 논의하고 있기 때문에, 본 장에서는 R&D투자가 거시경제에 미치는 영향을 단기적 측면(총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향)과 장기적 측면(기술수준 향상을 통해 장기 경제성장에 미치는 영향)으로 구분하는 등 경제전반적인 파급효과를 살펴보고자 한다.

8.1.2. 우리나라 R&D투자의 현황

2015년 현재 우리나라 R&D투자 현황을 살펴보면, 국내총생산(GDP) 대비 R&D투자 비중이 4.23% 수준으로 OECD 평균인 2.40%(2015년 현재) 수준을 상회하고 있다.

<표 8-1> 주요국의 GDP 대비 R&D투자 비중

(단위: %)

자료: OECD, Main Science & Technology Indicators 2015

GDP 대비 R&D투자 비중은 OECD 평균을 상회함에도 불구하고 전체 R&D투자에서 정부부문이 차지하는 비중은 23.66%(2015년)로 2014년 OECD 평균인 27.37%보다 다소 낮은 수준이다.

<표 8-2> 주요국의 전체 R&D투자 대비 정부 R&D투자 비중

(단위: %)

자료: OECD, Main Science & Technology Indicators 2015

경제성장모형에서 생산성 향상의 핵심 요소로 작용하는 기술수준을 결정하

는 요인은 R&D투자가 아니라 저량변수인 R&D스톡이므로 R&D투자의 경제 성장에 대한 영향을 추정함에 있어 R&D투자 변화 추이에도 관심을 갖는 것이 바람직하다.⁵⁴⁾ 이러한 점을 고려하면 최근 GDP 대비 R&D투자 비중이 OECD 평균보다 높은 수준이지만 우리나라 연구개발비 추이를 살펴보면 1980년대에 이르러서야 연구개발비가 급격하게 증가함을 확인할 수 있다. 따라서 경제성장에 있어 핵심 요소로 작용하는 R&D스톡수준은 여타 국가보다 크게 높지 않을 것으로 판단된다.

[그림 8-1] 우리나라의 연구개발비 추이(1976-2015)

자료 : 미래창조과학부 「연구개발활동조사」 (각 년도)

8.1.3. R&D투자가 경제에 미치는 영향

R&D투자의 주체는 정부와 민간부문으로 구분할 수 있음을 고려 할 때, R&D투자지출은 기술수준 향상을 통해 경제성장에 영향을 미치는 장기적인 효과를 가져올 뿐만 아니라 총수요 확대를 통해 단기 균형산출량에도 영향을 미칠 수 있다. 특히 투자지출은 아래와 같은 총생산함수에서 기술수준을

54) 하정훈·이동욱(한국과학기술기획평가원, 2009) “우리나라 연구개발투자와 경제성장의 관계 분석”에서는 R&D스톡을 자본의 축적과정을 나타내는 과정과 유사한 아래의 모형을 이용하여 추정하고 있음

$$RNDS_t = RNDI_t + (1 - \delta)RNDS_{t-1}$$

단, 여기서 $RNDS_t$ 는 t기의 R&D스톡을, $RNDI_t$ 는 t기의 R&D투자를, 그리고 δ 는 R&D스톡의 감가상각률을 의미함

나타내는 A를 증가시키는 방향으로 작용하여 장기 경제성장을 유발하는 효과를 나타내는 것으로 표현 할 수 있다.

$$Y_t = AF(L_t, K_t)$$

반면 총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향은 다음과 같은 간단한 케인지안(keynesian) 총수요 모형에서 R&D투자를 통해 정부지출(G) 및 민간 투자지출(I)을 증가시키고 정부지출 및 민간 투자지출의 증분은 소비-소득 승수효과를 통해 균형산출량을 증가시키는 것으로 이해할 수 있다.

$$Y = c_0 + c_1(Y - T) + I + G$$

가. 총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향

먼저 R&D투자가 총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향을 앞에서 언급한 케인지안 총수요 모형을 이용하여 살펴보면 R&D투자가 1단위 증가하면 균형산출량은 승수인 $\frac{1}{1-c_1}$ 만큼 증가함을 확인할 수 있다. 다만 승수의 크기가 한계소비성향에만 의존하고 R&D투자를 다른 형태의 정부지출 및 민간 투자지출의 효과와 구별하기 어려운 점을 고려할 때 의미 있는 정책적 시사점을 제공하기에는 무리가 있다.

$$Y = \frac{1}{1-c_1} [c_0 + I + G - c_1 T]$$

이 점을 보완하기 위하여 본 장에서는 산업연관표를 이용하여 경제의 특정 부문에서 일어난 최종수요의 변화나 정부 정책의 변화가 산업간 연관관계를 통해 경제의 다른 부문에 미치는 과급효과를 평가할 수 있는 모형인 투입-산출(Input-Output) 모형⁵⁵⁾을 이용하여 R&D투자가 단기 균형산출량에 미치는 영향을 일반적인 정부지출 및 민간투자지출의 효과와 구분하여 비교해 보고자 한다.

<표 8-3>에서 산업별 R&D투자 규모를 살펴보면 2010년 이후 전체 R&D투자의 85% 이상이 제조업에서 지출되었음을 확인 할 수 있다. 특히

55) <부록 8> 나. 투입-산출 모형에 대한 개관 참조

제조업 중에서도 전기 및 전자장비(영상·음향·통신) 및 운송장비(자동차) 등 첨단기술 산업에 집중되어 있다.

<표 8-3> 우리나라의 산업별 연구개발비 비중

(단위: %)

자료: 미래창조과학부, 2015년도 연구개발활동조사보고서

산업마다 지출되는 R&D투자 규모가 다르고 부가가치유발계수 등이 다르기 때문에 R&D투자가 경제 전체에 미치는 영향은 일반적인 정부지출 및 민간 투자지출이 경제에 미치는 영향과 다를 수 있다. 특히 전자장비(영상·음향·통신), 자동차 산업의 경우 부가가치유발계수가 각각 0.637, 0.394로 전체 산업 평균인 0.697 보다 낮게 나타남을 확인 할 수 있다.

역원의 부가가치가 추가적으로 발생된다는 평가가 가능하다. 다만 기술개발 투자를 통해 얻어 지는 지식의 축적이나 정성적인 역량 강화 등 수치화하기 어려운 성과는 포함하지 못한다는 분명한 한계가 존재한다.

나. 기술진보를 통한 장기 경제성장에 미치는 영향

기존의 연구에서는 대체로 연구개발투자가 경제성장에 긍정적인 영향을 미친다는 결과가 보고되고 있다. 또한 하정훈·이동욱(한국과학기술기획평가원, 2009)의 관련 연구에서는 기술진보의 대용변수로 측정 및 평가가 용이한 연구개발비, R&D 집약도, 연구개발스톡 등을 이용하여 경제성장과의 관계를 분석한 결과 연구개발스톡도 경제성장과 유의미한 관계를 갖는 것으로 나타났다. 그러나 세부 분류별 분석에서는 연구개발비가 더 밀접한 관계를 갖는 것으로 나타났다. 다만 이 논문은 R&D투자 자체를 기술수준을 나타내는 대용변수로 보고 경제성장과의 관계를 분석했으나 본 장에서는 R&D투자가 과연 기술수준 향상에 기여하는지에 대한 근본적인 문제를 다루고자 한다.

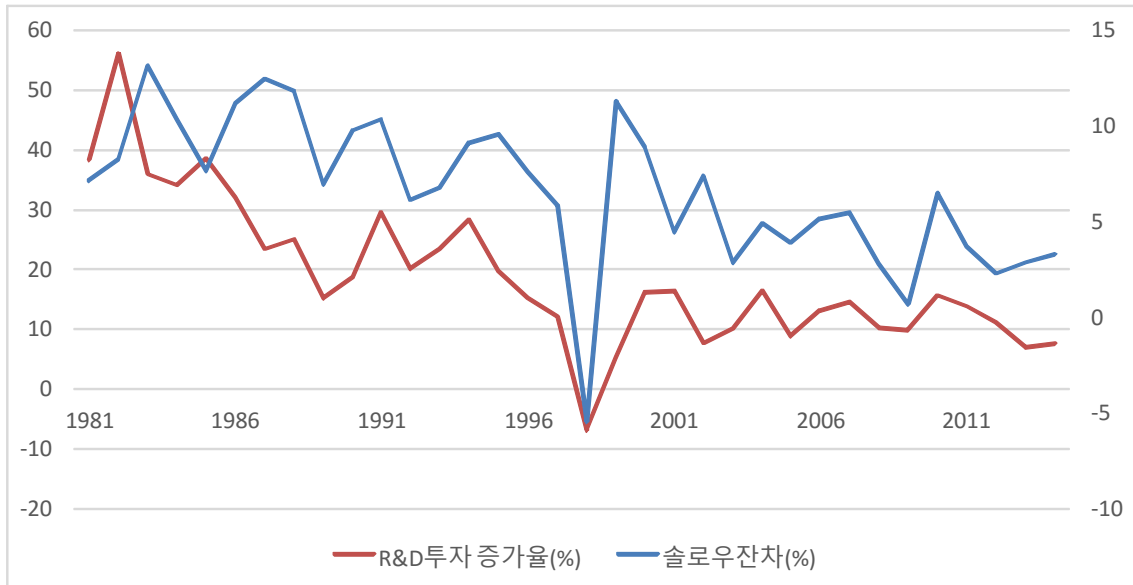
앞서 언급한대로 R&D투자가 장기 경제성장에 미치는 영향은 R&D투자가 아래와 같은 총생산함수에서 기술수준을 나타내는 A 를 증가시키는 방향으로 작용하여 장기 경제성장을 유발하는 효과를 나타내는 것으로 표현 할 수 있다.

$$Y_t = A_t F(L_t, K_t)$$

R&D투자와 기술진보와의 관계를 살펴보기 위해서는 기술수준을 나타내는 A_t 를 추정해야 한다. 이를 위해 성장회계법(Growth Accounting)⁵⁶⁾을 이용하여 솔로우 잔차(Solow Residual)을 구해서 이를 기술수준의 증가율을 나타내는 변수로 이용하고자 한다. 이러한 과정을 통해 추정된 솔로우 잔차와 R&D투자 증가율의 변화 추이를 살펴보면 1981년 이후 두 그래프가 밀접한 관계를 보이며 움직이고 있음을 확인할 수 있다. 솔로우 잔차와 R&D투자 증가율간의 상관계수는 0.63으로 상관계수가 0이라는 귀무가설에 대한 p -값이 0.07으로 유의수준 10%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

56) <참고 2> “성장회계법을 이용한 기술진보율 추정” 참조

[그림8-2] R&D투자 증가율과 기술 진보율(솔로우 잔차)



자료 : R&D 투자 증가율은 미래창조과학부 「연구개발활동조사」(각 년도), 솔로우 잔차는 통계청 자료를 사용하여 저자 분석

다. 시사점

R&D투자가 거시경제에 미치는 영향을 단기/장기로 구분하여 살펴본 결과 1981년 이후의 R&D투자는 기술진보를 통해 경제성장에 긍정적인 영향을 미친 것으로 평가할 수 있다. 다만 단기적인 영향에 있어 동일한 금액을 일반적인 정부지출이나 민간투자에 지출하였을 때 보다는 부가가치유발 효과가 작게 나타나고 있는 점을 확인할 수 있지만, 이는 R&D투자와 관련된 기회비용의 일부로 인식할 필요가 있다.

따라서 대형 신규 R&D 사업 확대 도입을 통해 상대적으로 전체 R&D 투자 규모에 비해 정부의 기여정도가 낮은 한국 R&D 투자의 미비점을 보완한다면 기술진보 등을 통한 경제성장 기여도가 개선될 것으로 보인다.

정부 R&D는 민간 주도 투자에 비해 고위험 고가치 분야의 투자가 많이 이루어지므로 장기적인 경제 파급효과는 기업 R&D 투자 확대 보다

8.2. R&D투자에 대한 경제적 타당성 분석

8.2.1 분석의 전제조건

본 장에서는 R&D투자 대비 경제적 타당성 분석을 위해 비용 편익 분석을

중심으로 경제성 분석을 시행하고자 한다.

일반적으로 연구개발 활동을 특성상 기초 R&D와 응용·개발R&D로 분류하기 때문에 본 분석의 편익도 각기 다른 방식으로 산출한다. 기초 R&D에 대한 편익산출은 Mansfield 연구방법을 사용하며, 응용·개발은 R&D 투자 대비 매출액 비율법을 적용하여 산출한다.

<표 8-5> 연구개발단계별 투자 비중 추이(2011~2015년) (단위:%)

자료 : 미래창조과학부, 연구개발활동조사보고서 각연도

기초 R&D투자비 비중은 5년 평균 약 18%로 나타났으며 응용·개발 R&D 투자비 비중은 82%로 나타났다.

본 분석에서는 아직 특정되지 않은 신규 대형 R&D사업의 경제적 효과를 살펴보는 것이므로 10년 동안 매년 R&D 투자가 100,000백만 원 이루어질 때의 R&D투자 경제성 분석을 실시하고자 한다.

다음의 표는 R&D 투자가 100,000백만 원 투입되었을 때의 투자부문별 R&D 투자금액을 산정한 것이다.

<표 8-6> 투자부문별 R&D 연차별 투자금액 (단위: 백만 원)

기초 R&D	응용·개발 R&D
18,000	82,000

8.2.2 기초 R&D에 대한 편익

가. Mansfield 방법론

본 분석에서는 기초연구투자의 사회적 수익률 추정방식으로 널리 이용되고

있는 Mansfield연구⁵⁷⁾의 방법론을 고려한다. 연구개발 활동의 편익이 당해 연도 보다는 회임기간 이후 오랜 기간을 걸쳐 장기적으로 이루어지는 연구개발활동의 기본적인 특성을 감안하여 연구비 투입 7년 후부터 8년간 동일한 크기로 발생한다고 가정한다. 또한 Mansfield가 미국의 주요기업 데이터를 사용하여 추정한 사회적 수익률인 28%에 국내의 기술수준을 고려하여 사회적 수익률을 보정한다. 여기서 사용하는 보정수치는 한국과학기술기획평가원에서 발행한 「2015년 기술수준 평가」이며, 이 보고서에 의하면 2014년을 기준으로 우리나라의 과학기술은 미국에 비해 78.4%인 것으로 나타났다. 따라서 보정된 사회적 수익률은 22%(=28%×78.4%)이다.

Mansfield연구의 방법론에서는 기초연구 투자에 대한 사회적 편익을 이자율의 개념으로 환원하였다. 가정된 활용기간 동안 발생한 사회적 편익을 현재가치화 하여 합산할 수 있는데, 이때 투자와 매 연도 편익의 합계를 동일하게 해주는 이자율을 사회적 수익률로 정의(i 가 기초연구투자에 대한 사회적 수익률에 대응, c 는 특정연도의 기초연구투자, X 는 이 투자로부터 발생하는 연간 사회적 편익)한다.

$$c = X \times \left[\frac{1}{(1+i)^7} + \frac{1}{(1+i)^8} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{14}} \right]$$

Mansfield 연구 방법론에 따른 편익유발계수는 4.170이며 구하는 방식은 다음과 같다.

$$\frac{PX}{C} = \frac{\sum_{t=7}^{14} \frac{1}{(1+r)^t}}{\sum_{t=7}^{14} \frac{1}{(1+i)^t}}$$

PX : 8년간 X 씩 발생하는 편익을 현재가치화한 값

i = 기초연구에 따른 수익율(0.220)

r = 0.055(사회적 할인율)

나. 기초 R&D에 대한 편익

Mansfield 연구 방법론을 이용하여 R&D 투자 편익을 계산하면 R&D에 투자하는 금액에 편익유발계수를 곱한 금액이 R&D투자 편익이 된다. 그래서

57) 자세한 내용은 ‘첨단치료개발센터 설립사업 예비타당성조사’(2007)를 참조하기 바람

연구에 투자하는 금액이 100,000백만 원이라 가정한다면, 편익은 75,057백만 원(=100,000백만 원×18%×4.170)이 발생할 것이다.

<표 8-7> 기초R&D 비용과 편익

(단위: 백만 원)

R&D 비용	R&D 편익
18,000	75,057

8.2.3 응용·개발 R&D 투자 편익

응용·연구개발 투자로 인해 발생하는 사업화 성공 즉, 매출액 발생으로 인한 부가가치의 창출을 동 사업에서 직접적으로 발생하는 편익으로 고려하는 방법론이 있다.

산정방식 : ① 기술료의 응용·개발연구 재투자
 x ② 사업화성공률
 x ③ R&D 투자대비 매출액 비율
 x ④ 부가가치율

본 분석을 위해서 한국산업기술평가원에서 발행하는 ‘산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서’를 활용하였다. 해당 보고서를 사용하는데 대한 장점으로서는 기술개발 종료 후 5년 내 발생하는 성과를 포괄, 성과의 정량적 파악 가능하다는 것과 연구개발에 따른 매출(부가가치)을 산정하는데 있어 편리하며, 전수조사이므로 기본적인 객관성 및 신뢰성 확보된다는 것이다. 또한 정부와 민간 연구개발 투자비와 사업화성공률, 매출액 등 편익산정에 필요한 모든 항목을 제시하고 있어 연구자의 자의적인 가정이 필요하지 않고 세부 산업별 투자효과 추정이 가능하다는 것이 있다. 단점은 기업들에 대한 설문조사를 바탕으로 작성되어 기업들이 정부가 지원한 R&D 투자로 인하여 발생한 매출액에 대하여 정확하게 산출하기 어려우며 최종 신제품에서 개발한 기술의 기여도가 어느 정도인지 알 수 없다는 것이 있다. 그리고 다

양한 기여요소 가운데 정부 연구개발 자금의 기여도만을 산출하여 매출액을 산정하는 것이 현실적으로 쉽지 않으며 기업의 보고 과정에서 매출액 실적이 과장될 가능성이 있다는 것이다.

가. 사업화 성공률

본 분석에서 사업화성공률의 개념은 ‘사업화 성공’을 일반적으로 기술개발의 결과를 활용하여 매출액 등의 경제적 성과가 발생한 경우를 의미한다. 이는 한국산업기술평가원(2008)에서 제시한 사업화 성공률과 유사한 의미이며, 본 분석에서는 한국산업기술평가원(2008)의 사업화 성공률인 45.1%를 사용하여 분석하였다.

<표 8-8> 사업화 성공의 정의

근거	정의	비고

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

나. R&D 투자 대비 매출액

전체 산업을 고려할 때 정부출연금 1억 원 투자 대비 매출액 비율은 5.3배이나, 과제종료 후 5년간 매출이 발생할 것을 감안하면 정부출연금당 매출액

은 약 9배로 나타난다.

<표 8-9> 전체산업 기준 시 연구개발 투자(정부출연금) 대비 매출액

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

비용을 제외한 순 매출액을 구하기 위해 매출액에서 비용이 차지하는 비율⁵⁸⁾을 제외하여 연구개발 총 투자비 1억원 당 순 매출액을 산정하면 약 4.43억(=9억×(100-50.77%))이며, 사업화 성공률을 감안하지 않을 경우 R&D 투자대비 매출액 비율은 9.82배(=4.43/45.1%)로 산출된다.

또한 R&D 투자 후 최초 매출 발생시기와 매출 지속연도에 대한 고려도 필요하다. 한국산업기술평가원(2008)에 따르면 매출발생이 이루어진 과제는 과제 종료년도 후 2년 이하에 최초 매출이 이루어진 비율이 98%, 1년 이하의 비율은 90%를 상회하여 R&D 투자 이후 단기간에 사업화가 이루어지는 경우가 대부분인 것으로 나타났다. 따라서 본 분석에서도 일반적인 연구개발 사업과 동일하게 과제 완료 후 3년째부터 매출이 발생하기 시작하는 것으로 가정하였다.

<표 8-10> 최초 매출 발생 시기 분포

58) 한국산업기술평가원(2008)에 따르면 매출액에서 비용이 차지하는 비율은 50.77%

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

R&D 투자에 의한 매출액 발생의 효과는 1년에 모두 나타나는 것이 아니라 여러 해에 걸쳐 나타나기 때문에 매출액 지속연도에 대한 가정도 필요하다. 2005년 이전에 최초 매출이 발생한 과제 113건 중 매출 지속 연수가 3년에서 5년까지 발생하는 과제가 대부분이고, 한국산업기술평가원(2008)에서는 과제종료 후 매출액이 5년간 발생하는 것으로 제시되었다. 따라서 본 분석에서는 R&D 투자의 매출은 5년간 발생하는 것으로 가정하였다.

<표 8-11> 2003년도 종료과제의 사업화 매출 지속연수

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

다. 부가가치율

부가가치율의 경우 한국은행에서 발표한 기업경영분석의 부가가치율 자료를 사용하며 향후 진행될 사업의 내용을 특정할 수 없기 때문에 제조업 부가가치율의 3개년 평균인 20.85%를 적용하였다.

<표 8-12> 제조업 부가가치율

(단위: %)

자료: 한국은행(2011), 2014년 기업경영분석

라. R&D 편익 산정 결과

산정방식 : ① 기술료의 응용·개발연구 재투자
x ② 사업화성공률(45.1%)
x ③ R&D 투자대비 매출액 비율(9.82배)
x ④ 부가가치율(20.85%)

편익산정방식을 따라 계산한 응용·개발 R&D 편익의 총합은 605,659백만 원으로 산출되었다.

<표 8-13> 응용·개발 R&D의 비용 및 편익

(단위: 백만 원)

구분	응용·개발연구비	응용·개발연구 편익
1	82,000	
2	82,000	
3	82,000	15,141
4	82,000	30,283
5	82,000	45,424
6	82,000	60,566

7	82,000	75,707
8	82,000	75,707
9	82,000	75,707
10	82,000	75,707
11		75,707
12		75,707
13		60,566
14		45,424
15		30,283
16		15,141
합계	820,000	605,659

8.2.4 경제적 편익 종합

기초 R&D 편익과 응용·개발 R&D 편익을 합한 R&D 편익의 총합은 1,507,641백만 원으로 산출되었다.

<표 8-14> R&D에 따른 총편익

(단위: 백만 원)

구분	기초 R&D 편익	응용·개발 R&D 편익	총 편익
1	82,000		75,057
2	82,000		75,057
3	82,000	15,141	90,198
4	82,000	30,283	105,340
5	82,000	45,424	120,481
6	82,000	60,566	135,623
7	82,000	75,707	150,764
8	82,000	75,707	150,764

9	82,000	75,707	150,764
10	82,000	75,707	150,764
11		75,707	75,707
12		75,707	75,707
13		60,566	60,566
14		45,424	45,424
15		30,283	30,283
16		15,141	15,141
합계	820,000	605,659	1,507,641

8.2.5 비용-편익 분석 결과

R&D 비용-편익을 위해 사용한 할인율은 KDI 예비타당성조사 일반지침의 기준을 준용하여 5.5%로 적용하였다. 비용현가와 편익현가를 바탕으로 산출한 신규 대형 R&D 사업의 B/C 비율은 1.36으로 투자의 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었다.

<표 8-15> R&D 비용 및 편익 흐름과 현재가치화 금액
(단위: 백만 원)

구분	비용	비용현가	편익	편익현가
1	100,000	100,000	75,057	75,057
2	100,000	94,787	75,057	71,144
3	100,000	89,845	90,198	81,039
4	100,000	85,161	105,340	89,709
5	100,000	80,722	120,481	97,254
6	100,000	76,513	135,623	103,770
7	100,000	72,525	150,764	109,341
8	100,000	68,744	150,764	103,641

9	100,000	65,160	150,764	98,238
10	100,000	61,763	150,764	93,116
11		0	75,707	44,321
12		0	75,707	42,011
13		0	60,566	31,857
14		0	45,424	22,647
15		0	30,283	14,311
16		0	15,141	6,782
합계	1,000,000.00	795,220	1,507,641	1,084,237

9. 국내·외 유망기술·산업 도출 사례 연구

본장에서는 신규 R&D 프로그램에서 프로젝트 또는 사업단 선발시 고려할 수 있는 미래유망기술군이나 산업 등에 대해 살펴보고자 한다. 구체적인 아이템 도출이 아니라 현재 유망 분야로서 국내·외에서 거론되고 있는 다양한 연구주체들을 살펴보고 향후 연구사업의 철학이나 운영방침이 확정될 경우 활용하거나 참고할 수 있는 다양한 자료들을 정리하여 포함시켰다.

9.1. 유망아이템 선정을 위한 주요 기준

새로 도입되는 신규 R&D 사업에서는 4차 산업혁명에 대응하고 사회적 문제 해결을 통해 국민의 삶을 개선하는데 기여할 수 있는 사업아이템이 주력이 될 것으로 예상된다.

따라서 기업이 초기부터 투자하고 참여할 수 있는 산업계형 과제와 사회적 이슈를 해결하여 삶의 질을 향상하고 시장성도 확보할 수 있는 사회문제 해결형 과제군으로 이원화하여 아이템을 발굴하고 선정하는 것이 필요하다. 사회문제 해결형 과제의 경우 선정 과정에서 국민의 참여를 최대한 보장하고 다양한 의견을 듣는 과정이 필요할 것이다. 다만 최종 선정단계에서는 기술 구현을 통해 문제 해결이 상당부분 가능하고 산업계에 미치는 영향이 큰 사업 중심으로 아이템을 선정하는 것이 필요하다. 또한 PPPs형 방식으로 운영될 경우 적어도 과제 중반단계부터는 기업 주도로 사업이 진행될 수 있는 사업을 시범사업으로 추진하는 것도 고려할 필요가 있다.

아래의 표는 산업계 중심의 사업 아이템을 발굴할 경우 고려해야 하는 연구의 특성(예시)이다. 연구사업의 목표나 특성이 결정될 경우 해당 특성을 잘 반영할 수 있는 기술 아이템을 발굴할 수 있도록 하는 것이 중요하게 된다.

다만 PPPs형 사업으로 운영될 경우 시범사업으로 선정되는 최종적인 기준을 기업의 구체적인 참여 의사 확인 및 재원의 출연 등으로 하는 것이 중요할 것이다.

<표 9-1> 아이템 선정시 고려해야 할 신규프로그램 주요 특징 (예시)

(목적지향) 시장 수요 기반 End-Game 방식(최종 목표인 제품·생산과정 先제시)
* 미래유망 기술 발굴 프로세스를 통해 최종 목표 및 기술 지속 발굴·보완
(개방성) 집단지성, Buy R&D 허용, R&D(기초·응용·개발)-사업화 경계 허파 분야
(글로벌) 기획-평가-관리 순과정에서 글로벌 연구자·기업 협력 유망 분야
(다양성) 기술 특성에 따라 체계·방식 다양화(경쟁형 R&D, 챌린지 프로그램 등)
(유연성) 시장·기술 변화, 실패 대비 contingency plan 확보 가능사업

9.2. 한국의 미래유망기술⁵⁹⁾

미래유망기술(현재 약 30여개 후보)을 어떤 형태로 담아서 사업을 진행해야 하는 것인가에 대한 고민이 진행 중이다. 이러한 사업들은 최근 대두되고 있는 4차 산업혁명의 관점에서 R&D 관련 투자에 대한 새로운 접근 방법이 필요하다는 차원에서 진행되었으며 가능할 경우 최종 제품화 단계에서는 4차 산업혁명 시대가 유발하는 불확실성에 대한 고민까지 포함되어야 한다는 원칙하에 기술이 도출되었다.

다만 도출된 기술들의 수준이나 규모가 매우 다양하기 때문에 선정되는 과제 추진을 위한 사업단의 규모나 예산 등이 일관성을 확보하는데 어려움이 있을 것으로 보인다. 또한 해당 기술 구현을 통해 확보될 수 있는 시장규모나 파급영향 등에 대한 추가적인 정보의 제공 등이 필요할 것으로 보인다.

PPPs 형의 사업 아이템으로 해당 기술군이 이용될 경우 가능하다면 기술을 통해 확보되거나 활용 가능한 분야를 중심으로 중대형 과제를 구성하고 기술로드맵을 작성하는 방식으로 활용하는 것이 바람직하다.

59) 미래부, 연구재단, KISTI에서 주관하여 유망기술을 도출하였음

9.3. 일본의 유망 산업과 기술⁶⁰⁾

산업혁명 이후, 자본·노동투입(인구증가)이 경제성장을 견인하는 제조업의 성장을 가속화하였지만, 제4차 산업혁명의 영향으로 ‘경제성장 방정식’이 변화함에 따라 일본은 제4차 산업혁명(AI·IoT의 등장)이 진전되면 지금까지의 산업사회 시대의 경제성장 방정식(농업 ⇒ 제조업 ⇒ 서비스업으로의 단계적 이동에 의한 소득 확대)이 통용되지 않는 시대가 도래하게 되는 것을 염려하고 있으며 이러한 문제점 해결을 위해 정부 중심으로 미래 유망산업 경쟁력 확보를 위한 다양한 노력을 기울이고 있다.

[그림 9-1] 경제성장 방정식의 변화

자료 : R&D 4차 산업혁명시대 21세기에서 일본에 묻는다, (경제산업성, 2016)

제4차 산업혁명은 ① 노동대체효과, ② 차이화(差異化, 차별화와 구별함)에 의한 이익편재라는 2가지의 큰 영향을 가져왔는데, 이것이 시간·국가를 따지지 않고 세계를 뒤덮는 것 아닐까 하는 불안감을 갖기 시작했다.

60) 4차 산업혁명에 대응하기 위한 일본 산업성의 대응 자료를 이용하여 작성함

[그림 9-2] 제4차 산업혁명으로 인한 2가지 영향

자료 : R&D 4차 산업혁명시대 21세기에서 일본에 묻는다, (경제산업성, 2016)

이러한 흐름 속에서 일본은 청년층의 고용문제가 발생하기 어려우며, AI·IoT·로봇 등의 도입이 사회적으로 요구받고 있는 세계적으로도 특이한 위치라는 점과 고령자의 지혜·인맥·경험 등을 활용하는 노동참여 촉진이 사회적으로 큰 이익이 될 것이라는 점을 깨닫게 되었다. 그리고 이와 같은 상황은 AI, IoT, 생명공학 기술을 활용하여 세계최고 수준의 고령자 노동참여 달성하고자 하는 움직임으로 나타났으며, 이에 따라 일본은 IoT, AI, 생명공학 기술 등을 발전시키기 위해 적극적인 지원을 실시하고 있다.

이하에서는 일본에서 적극적인 투자 및 지원을 실시하고 있는 다양한 유망 기술 및 산업에 대하여 살펴보고자 한다.

가. IoT산업

<표 8-3>와 같이 인터넷과 현실을 상호 연결하는 산업을 추진하고 있는 해외 플레이어의 최근 동향에 발맞춰 일본에서도 IoT를 비롯한, 로봇, 생명공학 산업의 육성을 위해 적극적인 투자를 실시하고 있다.

<표 9-3> 해외 플레이어의 최근 동향

자료 : IoT, AI, 로봇에 関する 経済産業省の施策について (경제산업성, 2016.3.)

이에 따라 IoT 사회를 향한 경제산업성의 대처가 적극적으로 이루어지고 있다. 민관의 나침반으로서 IoT, 빅 데이터, 인공 지능의 진전을 근간으로 하는 2030년 ‘새로운 산업 구조 비전’을 수립하고, 지향해야 할 미래상의 공유를 도모하고 있으며, 민관에서 규제 개혁과 새로운 규격 형성을 목표로, 각 분야마다 실증적인 노력을 추진함과 동시에 벤처 등의 IoT를 활용한 선구적인 도전을 지원하고 모든 분야에서 혁신적인 산업 모델의 창출을 목표로 하고 있다.

[그림 9-3] IoT 산업을 향한 경제산업성의 대처

자료 : IoT, AI, 로봇에 関する 経済産業省の施策について (경제산업성, 2016.3.)

‘신산업 구조부 회’의 주요 검토사항은 크게 6가지 Mission으로 구분할 수 있으며, 이는 <표 9-4>에 제시되어 있다.

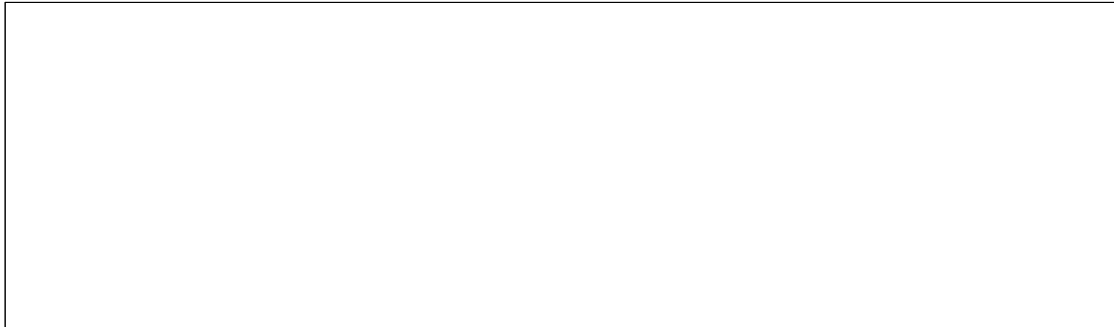
<표 9-4> 주요 검토사항

자료 : IoT, AI, 로봇에 関する 経済産業省の施策について (경제산업성, 2016.3.)

지금까지의 신산업 구조부 회의 검토 상황과 향후의 검토 진행 방식을 살펴보면, 제조 혁신, 유통·물류, 금융, 의료·건강·간호, 미디어 콘텐츠, 농업, 관광, 에너지·스마트 커뮤니티 등의 주요 영역에 대하여 논의하여 왔다. 또한 <표 9-5>에서 제시하는 것과 같이 국민의 전략적 대응에 대한 논의 또한

실시하여 왔다.

<표 9-5> 관민의 전략적 대응에 대한 논의



자료 : IoT, AI, 로봇에 관한 경제産業省の施策について (경제産業성, 2016.3.)

일본의 경제産業성은 IoT, 빅 데이터, 인공 지능 시대에 대응하고, 기업·산업의 테두리를 넘어 산·학·관에서 활용을 촉진하기 위해 민간 주도의 조직으로서 헤이세이 27년(2015년) 10월 23일(금)에 ‘IoT 추진 컨소시엄’을 설립하였으며, 이를 통해 기술 개발, 활용 정책 과제의 해결을 위한 제언 등을 실시하고 있다.

[그림 9-4] IoT 추진 컨소시엄

자료 : IoT, AI, 로봇에 関する 経 济 産 業 省 の 施 策 に つ い て (经 济 産 业 省 , 2016.3.)

IoT 관련 연구개발의 활성화를 위해 경제산업성이 설립한 IoT 추진 연구소는 실험실 3 원칙 (성장성·선도성 파급성(개방성), 사회성)에 따라 개별 IoT 프로젝트를 발굴·선정하고 기업 제휴·자금·규제의 측면에서 철저히 지원하며, 대규모 사회 구현을 위한 규제 개혁·제도 형성 등의 환경 정비를 실시하는 것을 목표로 하고 있다.

해당 연구소는 기업 연계를 촉진하기 위한 자금 및 규정, 양측에서 집중 지원한다. 기업 연계를 위한 지원으로는 산업·기업 규모·국내외의 울타리를 넘은 기업 연계 프로젝트 조성을 촉진하는 장소 (매칭 등)를 제공하며, 자금 지원으로는 사업화를 위한 선진적인 단기 개별 프로젝트, 사회 구현을 위한 중기적 실증 프로젝트 등과 같이 프로젝트의 성격에 따라 민관 합동의 자금을 지원한다. 규제 개혁 지원으로는 프로젝트의 사회 구현을 위해, 사업 전개를 방해하는 규제 완화, 새로운 규칙 형성 등을 실시한다.

IoT 관계 입증 예산은 IoT, 빅 데이터, 인공 지능의 활용을 통한 새로운 사회를 실현하기 위해 편성된다. 즉, 해결 과제가 되는 규제 및 제도의 검토와 표준화 등을 추진하기 위해 각 분야마다 데이터를 활용한 신산업 모델의 검증 실시하고 실증 사업의 진척 관리, 후속의 관점에서 IoT 추진 연구소의 사업실시상황이나 실증성과를 공유하고 규제 개혁 등의 제언에 연결하기 위해 편성된다.

<표 9-6> IoT 관계 입증 예산

자료 : IoT, AI, 로봇에 關する 經濟産業省の施策について, (경제산업성, 2016.3.)

나. 로봇산업

또한 일본은 ‘로봇 혁명 이니셔티브 협의회 (Robot Revolution Initiative)’ 창설함으로써 로봇 산업의 발전을 추진하고 있는데, ‘로봇 신전략’(2015년 2월 10일 일본경제재생본부 결정)의 구체적인 추진 모체로 지난해 5월 15일에 설치. 제조·서비스업뿐만 아니라 농업, 의료, 건설·인프라 등 다양한 분야의 로봇 제작자 및 담당자 (SIer 정보 통신 관계)에 해당되는 관계 단체와 기업, 관계 부처가 참여 (사무국: 일본 기계 공업 연합회 설립 시 회원 수 226명, 2월 12일 현재 회원 수 380명)하여, 협의회 아래에 ‘IoT에 의한 제조 비즈니스 변혁’, ‘로봇 활용 추진’, ‘로봇혁신’에 관한 WG를 설치하고 구체적인 과제에 임하고 있다.

로봇 혁명 이니셔티브 협의회는 IoT에 의한 제조 비즈니스 변혁 WG, 로봇 활용 추진 WG, 로봇 혁신 WG으로 이루어져 있다. IoT에 의한

제조 비즈니스 변혁 WG는 제조업에 있어서 IoT 활용을 위한 사례 창출을 담당하며, 로봇 활용 추진 WG는 간호 인프라 재해 대응, 건설, 농림 수산 식품 산업 등의 분야에서 로봇 활용을 위한 환경 정비 등을 담당한다. 마지막으로 로봇 혁신 WG는 차세대를 향한 기술 개발, 규칙 정비 등을 담당한다.

다. 인공지능(AI) 산업

IoT와 로봇 산업 외에도 일본의 경제산업성은 차세대 인공 지능 기술의 연구 개발에 대해서도 적극적인 움직임을 보이고 있다. 총무성·문부과학성·경제산업성 3성에서 협력하기로 합의하였으며, 사업을 선행하는 경제산업성에서는 해외 기관과의 협력 관계 구축 등을 실시한다. 향후 인공 지능 기술의 발전과 이를 통해 향후 기대되는 혁신에 대해 로드맵을 수립할 뿐만 아니라 IoT 추진 컨소시엄과도 연계하여 실생활의 데이터를 활용하여 인공 지능 기술을 고도화하고 혁신의 창출에 기여하는 것을 목표로 하고 있다. <표 8-7>는 차세대 인공 지능 기술 연구 개발과 관련된 각 부처의 로드맵 및 예산편성에 대하여 제시하고 있다.

<표 9-7> 차세대 인공 지능 기술 연구 개발 관련 로드맵 및 예산편성

자료 : IoT, AI, 로봇에 関する 経済産業省の施策について, (경제산업성, 2016.3.)

4) 생명공학

일본은 위의 IoT, 로봇, AI와 같은 디지털 기술을 생명공학 혁신기술과 융합함으로써 획기적인 치료법이나 의약품 개발 등 건강·의료분야의 패러다임 시프트를 유도할 것을 기대하고 있다.

[그림 9-5] 생명공학과 디지털 기술의 융합

(출처) 산업구조심의회상무유동정보분과회바이오소위원회자료, Sara Reardon, "Welcome to the CRISPR zoo", Nature News, 2016으로부터 작성

이와 같은 최첨단 생명공학은 의료분야의 혁신뿐만 아니라 지금까지 어렵다고 여겨왔던 식량 및 에너지 제조와 같은 문제에 대한 해결방법에 큰 변화를 가져올 것이라 기대하고 있다.

[그림 9-6] 최첨단 생명공학의 영향

(출처) 산업구조심의회상무유동정보분과회바이오소위원회자료, Sara Reardon, "Welcome to the CRISPR zoo", Nature News, 2016으로부터 작성

9.4. 미국의 유망 기술⁶¹⁾

미국의 연구개발 및 과학기술 부분이 급격히 변화할 수 있었던 배경에는 다양한 요인이 존재한다.

첫 번째 요인으로 혁신적인 투자모델의 등장을 들 수 있다. 이는 정부 예산에 의존하지 않고 효과적으로 투자 및 지원을 실시하는 투자모델을 실시했다는 것을 의미한다. 민관 협력, 여러 조직 컨소시엄 공모(연방 정부의 부담은 상금 기부 만) 등을 예로 들 수 있으며 해당 형태의 투자가 증가했다.

두 번째 요인으로 의회의 승인을 얻지 않고 시행된 정책이 증가한 점을 들 수 있다. 민주당 오바마 행정부와 공화당 주도의 하원의 대립으로 인해 의회가 아닌 대통령 권한을 통해 정책이 수립되는 경향이 증가한 것이 그 요인이다.

세 번째 요인으로 일자리 창출을 위한 정책이 실시되는 점을 들 수 있다. 이는 중산층 구제를 목적으로 제조업 지원 및 해외 투자 유치 등을 통해 일자리를 창출하고자 한다.

네 번째 요인으로 미국 내 제조업 증가 현상이 나타나며, 제조업 혁신에 대한 지원과 해외 투자 유치 등이 이루어지고 있는 점을 꼽을 수 있다.

다섯 번째 요인으로 스마트 그리드, 통신 인프라의 현대화를 들 수 있다. 기존 인프라의 노후화 문제를 해결하고자 나노기술 및 소재분야에 광대역 액세스, 송배전 망 인프라 등 최신 인프라기술을 개발하고 있다.

61) 일본 NISTEP 보고자료(<http://www.nistep.go.jp/archives/25854>)를 참고하여 작성

여섯 번째 요인으로 이공계 교육 강화, 실질적인 기술 교육의 확대, 학자금 대출 개혁, 유학생 취업 비자 확대 등 교육 제도와 이민 제도의 개혁을 들 수 있다.

일곱 번째 요인으로 사이버 공격에 대응하기 위해 사이버 인프라 강화를 위한 프레임 워크를 개발하고 아프리카 지원 사업을 실시하고 있는 점을 들 수 있다.

여덟 번째 요인으로 기후 변화에 대응하기 위해 기후활동 계획을 시작한 부분을 들 수 있다. 그러나 기존의 법률 체계 내에서의 규제부처 조정과 운영 효율화에 그칠 것으로 전망된다.

아홉 번째로 국내의 투자, 제조, 고용이 결합된 부처횡단형 지원을 통해 새로운 형태의 클러스터 정비를 실시하는 점을 들 수 있다.

마지막으로 연구 개발의 성과를 빠르게 상용화하기 위해 대학·민간 컨소시엄을 구성하고 연방 보조금을 지원 받은 사업에 대한 성과 및 데이터 공개를 실시하는 점을 들 수 있다.

미국 정부가 향후 사업성이 있으며 파급력이 높을 것으로 예상하고 있는 과학기술을 12개 분야별로 살펴보면 다음과 같다.

10. 맺는말

본 연구는 기존의 대형 R&D 사업의 한계를 극복하고 새로운 경제사회 기술분야 변화에 대응할 수 있는 프론티어적 신규 프로그램의 기획을 위한 준비작업으로 수행되었다.

이를 위해 국내·외의 다양한 프로그램과 R&D 투자 정책 등을 분석하고 연구개발 투자의 생산성을 높일 수 있는 프로그램의 도출 방안을 모색하였다. 아울러 대형연구개발사업의 필요성과 향후 동 사업이 확보해야 할 기본적인 철학이나 논리 등도 발굴하고자 하였다. 아울러 유망 기술 선정을 위한 기본적인 원칙은 물론 국내·외에서 유망 분야로 거론되고 있는 사례도 제시하여 향후 프로그램 아이템 선정시 참고가 될 수 있도록 하였다.

특히 연구과정에서 사회적 이슈로 부각된 제4차 산업혁명 관련 주요 내용과 각 나라의 대응 전략이나 동향을 체계적으로 정리, 분석하여 정부정책 담당자나 연구사업 기획 참여자가 활용할 수 있도록 한 점도 본 연구의 기여 부분이라 하겠다.

본 연구의 핵심은 선진국에서 대규모로 추진하고 있는 이른바 민·관 협력형 연구개발프로그램 (R&D PPPs)의 개념과 유형을 정리하고 실제 사업 추진을 위해 필요한 제도적인 준비나 고민해야 할 운영 이슈 등을 발굴하고 정리한 것이다. 본 연구에서는 법인형 PPPs, 계약형 PPPs, 매칭형 PPPs 등으로 유형을 명확하게 정리하고 해당 유형 사업을 추진하기 위해 필요로 하는 가버넌스, 법령, 추진 절차를 제시하였다. 이외에도 사회문제 해결형 사업이나 리빙랩 등 최근의 연구개발 유형 등도 분석하여 신규 프로그램 사전 기획시 활용할 수 있도록 제시하였다.

다만 신규 사업 추진을 위한 예산규모나 부처 간 역할, 4차 산업혁명 대응을 위한 정부 정책 방향 등이 정해지지 않은 관계로 구체적인 사업비의 산정이나 기술과제 도출 등은 본 연구에서 충분히 다루지는 못하였다. 후속 연구 등을 통해 실제 신규사업 추진을 위한 세부 의사결정 기준이나 운영 방안 등이 구체적으로 제시되는 것이 필요하다고 본다.

인용문헌

- 2014년도 국가연구개발사업 자체평가보고서, (미래창조과학부, 2014)
- 21C 프론티어 연구개발사업 분석 및 정책제언(연구개발성과지원센터 2013)
- 21세기 프론티어 사업 기획보고서, (1999년, 구 과학기술부)
- 21세기 프론티어 연구개발사업 시범사업 추진계획, (구 국가과학기술위원회, 1999)
- 4세대 혁신(Fourth Generation R&D)(윌리엄 밀러· 랭돈 모리스, 2001) 활용 및 재구성
- 감사보고서 -대형 국가연구개발사업 추진실태 (감사원, 2016.3.)
- 국가연구개발사업 예비(사전) 타당성 조사 제도 도입을 위한 사전 기획연구, (한국과학기술기획평가원, 2005.1.)
- 국가경쟁력 보고서, (세계경제포럼(WEF), 2016)
- 글로벌프론티어사업 연구 성과의 기술사업화 방안(한국연구재단, 2014)
- 글로벌프론티어 사업 예비타당성 조사 보고서, (한국과학기술기획평가원, 2009)
- 글로벌 프론티어 사업 추진계획, (구 교육과학기술부, 2010)
- 글로벌프론티어 사업기획 연구(교육과학기술부, 2009)
- 글로벌프론티어사업 현황(미래창조과학부, 2015)
- 기술혁신과 기술사업화에 관한 고찰(2005, 김용환)
- 다시 시작하는 인더스트리 4.0, 포스코경영연구원(2015)
- 독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, (현대경제연구원, 2013)
- 대형연구개발사업 추진실태 (2016, 감사원)
- 대형연구개발사업(G7) 종료 후 10년, 성과와 시사점(2013, STEPI)
- 미래창조과학부, 연구개발활동조사보고서 각년도
- 사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI, 2016)
- 사회문제 해결형 R&D사업 개요(STEPI, 성지은)
- 수출지원사업군 사업 설명자료, (중소기업청, 2016)
- 연구회 융합연구사업과 소관기관 융합연구의 효율적 기획 및 관리를 위한 선진사례연구 (과학기술연구회, 2015)
- 인더스트리 4.0과 제조업 창조경제전략,(한국정보화진흥원, 2014)
- 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직(2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)
- 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁 (한국개발연구원,2016.10)

Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions, Mobilising private and public investment for recovery and long term structural change:developing Public Private Partnerships (Commission Of The European Communities , 2009)

Contractual Arrangement: Setting up a Public-Private Partnership in the Area of Factories of the Future Between the European Union and The European Factories of the Future Research Association(EFFRA, 2013)

EERE Porogram Management Guide(DOE, 2016)

EERE Porogram Management Guide, (DOE, 2016)

Energy Efficient Buildings European Initiative (E2BA)

Factories of Future Road Map(EFFRA)

Federal Report on Research and Innovation,(Federal Ministry of Education and Research, 2014)

Horizon 2020 budget and implementation (EPRS, 2015)

Industry4.0(Think act, 2014)

IoT, AI, 로봇ットに関する経済産業省の施策について (경제산업성, 2016.3.)

Parkkari, Implementing National Innovation System Continuities and Reforms-A Case Study: Finland, 2009)

R&D 4차 산업혁명시대 21세기에서 일본에 묻는다, (경제산업성, 2016)

R&D사업 예비타당성조사 기반 강화를 위한 미국 R&D 프로그램 기획 사례 연구(한국과학기술기획평가원,2014)

Strategic Space Technology Investment Plan, (NASA, 2012)

Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0(BMBF, 2013)

World Economic Forum (2016)

데이터

통계청, 장래인구추계

국민건강보험공단, 건강보험통계

홈페이지

Tekes 홈페이지(www.tekes.fi/en/programmes-and-services/tekes-programmes)

EGVI 홈페이지 (<http://www.egvi.eu>)

NIH 홈페이지(<http://nih.gov/science/amp/index.htm#governance>)

일본 NISTEP 보고자료(<http://www.nistep.go.jp/archives/25854>)

IMI 홈페이지 (<http://www.imi.europa.eu/content/governance>)

보도자료

정부 R&D 특허성과, 이제 양보다는 질로 승부해야! (특허청, 2013.12.11.
전반전 마친 국가 대형연구개발 ‘글로벌프런티어’, 작전타임 돌입, (미래창조
과학부, 2015.7.8.)

제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(미래창조
과학부, 2016)

제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁 발표자료, 한국개발연구원(2016)

독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, 현대경제연구원(2013)

부 록 1. 7th Framework의 구조

자료: EPRS, based on European Commission data.

부 록 2. Horizon 2020의 구조

자료: EPRS, based on European Commission data.

부 록 3. 독일의 R&D 정책과 ERA (European Research Area)

가. 가이드라인

독일은 그들의 경제적 영향력과 과학기술적 능력으로 인해 유럽 연구 분야 (ERA: European Research Area)의 발전에 큰 부분을 차지하고 있다. 그래서 연방정부는 ERA를 국가·유럽연합 차원에서 강화시킬 수단을 강구하며, 특히 국가 별, 양자 간, 유럽 간 연구·혁신 정책의 지능형 통합은 물론 해당 유럽 프로그램 및 이니셔티브에 독일 출신 이해관계자들이 활발하게 참여할 수 있도록 독려한다.

그리고 ERA는 회원국들의 국가별 연구·혁신 시스템의 다양성과 장점을 중요하게 생각한다. 그러므로 ERA의 발전은 주로 회원국들의 책임이며, 이는 자기실현적 약속과 구체적 전략을 기본으로 한다. 이러한 전략이 국가별로 출발점을 다르게 하여 다양성을 반영하게 한다.

또한 ERA는 더욱 효과적이어야 하며 연구·혁신 시스템에 관한 국가적·지역적 다양성을 적극 활용하고 자금 조달의 수단을 다양화해야 한다. 이러한 관점에서 Horizon 2020을 기반으로 하는 연구·혁신 자금지원과 구조적 펀드를 기반으로 하는 자금지원 기회의 효과적인 조합이 특히 중요하며 이러한 조합이 상대적으로 취약한 회원국의 발전을 장려하고 유럽내에서의 혁신차이를 줄이도록 도와준다.

제 3국과 관련하여 ERA의 국제적 차원을 강화하는 것도 중요하다. 그래야만 유럽은 중국, 인도, 한국, 브라질 등의 국가가 점차 영향력을 넓혀가고 있는 상황에서 연구·혁신에서 주도적 위치를 차지할 수 있고 협력의 기회를 최대한 활용할 수 있다.

나. 국가로드맵

다음에 제시하는 국가 로드맵은 개별 ERA 우선순위의 추가 구현의 기반이 된다. 이 로드맵은 EU회원국이 중요한 역할을 수행해야한다는 기본 원칙을 따르고 있으며 이는 2014년 2월의 ERA 위원회에서도 강조되었다. 그리고 여기서 설명하는 조치는 독일이 유럽 지역의 발전에 큰 역할을 하는 이해관계자로서 ERA의 추가 실현을 위해 어떻게 기여할 것인지를 나타내는 우선순위를 나타낸다.

1) ERA 우선순위 1 : 효과적인 국가적 연구 시스템

가) 내용

ERA는 효과적인 국가 연구 시스템을 구축하는 것을 중요하게 생각한다. 연구·과학 시스템은 경제 성장과 사회의 발전에 중요한 역할을 하며 연구·과학에 대한 공공 기금의 투자수준과 그 기금의 효율적인 사용은 연구·과학 시스템의 발전에 결정적인 요소이다. 또한 효과성은 연구 이해관계자 간의 협력과 효율적인 국가 연구·혁신 전략과 같은 요인에 의해서도 영향을 받는다. 이러한 점에서 살펴보면 독일은 가장 효율적인 연구·혁신 시스템을 가진 국가 중 하나이다. 유럽 집행위원회(European Commission, 이하 EC)와 세계 경제 포럼(World Economic Forum)의 보고서에 따르면 독일은 혁신의 선도자 그룹국가 중 하나이며 많은 독일기업이 그들의 혁신성과를 성공적으로 시장에 내놓고 있다. 그럼에도 불구하고 다른 국가들의 과학·기술 발전 속도를 고려할 때 국가연구시스템의 효율성과 효과성을 지속적으로 검토 및 최적화해야하며 필요에 따라 재구성해야한다.

EC는 효과성에 관련된 다음과 같은 기준을 세웠다. ① 자금배분에 있어 독립적인 국내·외 전문가들의 평가를 기반으로 함(전문가 심사). ② 공공 기금 배분을 위한 도구로 연구 기관 평가를 사용. ③ 모든 공공 단체/자금 제공 기관이 국제적인 전문가 심사를 수행.

나) 목적

연방 정부는 독일의 연구·혁신 시스템의 효과성을 유지 및 향상시키기 위해 다양한 조치를 통해 노력하고 있다. 이러한 노력 중 하나가 기본법 개정안(91조 GG)이며, 이 개정안은 고등 교육 기관의 효율성을 높이기 위해 연방 정부와 주 정부 간의 협력 기회를 확대하기 위한 것이고, 포괄적인 부서 간 혁신 전략을 만들기 위한 연구·혁신 협약 등이 포함된다.

또한 연구 정보와 평가 시스템이 근간이 되는 정치적 조치와 그 맥을 같이 하는 것이 중요하다.(예: 연구 성과와 핵심데이터의 확립에 관해서는 독일 과학·인문위원회의 이니셔티브를 통해서) 그리고 효율성 분석은 자금 조달 수단의 목표와 시간 범위를 고려하여 다르게 적용되어야 하며, 유럽 수준(예: Horizon 2020) 및 국가 차원에서 우수 사례 절차를 평가한다.

다) 조치

- ① 장기적으로 고등 교육 기관의 성과를 높이기 위해 기본법 제 91b조 (GG)를 개정하여 연방 정부와 주정부 간의 협력 기회 확대

학술 분야에서 연방 정부와 주정부 간의 광범위한 협력을 도모하는 헌법 체계를 수립하기 위해 연방 정부는 제 91조b항 기본법을 개정한다. 기본법이 개정됨으로 인해 지역 차원에서 중요성이 있는 경우 연방 정부와 주정부가 연구 기관(대학을 제외한)뿐만 아니라 고등 교육 기관의 과학, 연구 및 교육에 대한 자금 지원에 광범위하게 협조 할 수 있게 한다. 협력 기회의 확대는 연방 정부와 주정부에 국내 및 국제 수준에서 고등 교육 기관의 성과를 지속적으로 강화하는데 사용할 수 있는 다양한 수단을 제공하며 동시에 연방정부와 주정부 간에 분명한 책임 분담에 사용될 수 있다.

- ② 포괄적인 부처 간 혁신 전략이 되기 위한 하이테크 전략의 추가 개발

지속가능한 비즈니스/에너지와 디지털 경제 및 사회 같은 혁신이 활발하게 진행될 수 있도록 초점을 맞출 것이다.

- ③ 연구·혁신 협약의 지속 및 발전

연구·혁신 협약은 독일 과학 시스템의 성과를 향상시키는 데 도움이 되었다. 협약(독일 연구 재단 DFG, Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz Association, Max Planck Society 및 Leibniz Association)과 관련된 과학 단체는 2005~2010년에 연간 3%씩 예산이 증가하였고, 2011~2015년까지는 연간 5%의 예산 증가가 합의되었다. 연방 정부는 국제화를 꾸준히 진행하고, 협약의 향후 계획에 따라 ERA의 구조화를 적극적으로 추진하기 위해 노력한다.

- ④ 우수 이니셔티브 평가

독일 연구 재단 DFG와 독일 인문 과학위원회는 2015년 여름에 우수 이니셔티브 (Initiative for Excellence)의 진전에 대한 데이터 기반 보고서를 공

동 과학 컨퍼런스에 제출할 예정이었다. 이 이니셔티브는 "대학원", "우수 집단" 및 "기관 전략"의 세 가지 기금 지원 하에 고등 교육 기관에 대해 가시적인 연구를 촉진한다. 또한 국제 전문가가 참여하는 외부위원회는 우수 이니셔티브를 평가하고 과학 시스템에 미치는 영향을 분석한다.

⑤ Horizon 2020에 독일 이해관계자들의 참여를 확대

연방 정부는 Horizon 2020에서 독일의 과학 및 산업(특히 중소기업)의 참여를 지원하고 확대하기 위해 노력하고 있다. 각국의 연구 프로그램을 기반으로 한 조치에는 유럽화를 위한 BMBF 전략 개발 및 국가자금조달활동과 Horizon 2020간의 시너지효과를 강화하는 것이 포함된다. BMBF는 인센티브 도구를 사용하여 유럽 경쟁에서 독일 지원자의 성공 가능성을 높이는 방법을 지속적으로 도입하고 지원할 것이다. 독일정부는 Horizon 2020에 대한 효율적인 정보·자문시스템을 구축하여 독일 연구 이해관계자를 지원하고 또 다른 국가도 지원한다.

⑥ EU-13국에 초점을 맞춘 ERA 전체의 성과 강화

국가 차원에서 우수한 독일의 기관, 기업, 연구 기관, 그리고 EU-13국의 공동 연구의 확립 및 확장을 촉진하는 BMBF 프로그램 계획이 있다. 또한 연방 정부는 EU-13 회원국("ERA Fellowships")의 과학 관리자를 위한 특별한 펠로우십 프로그램을 수립 할 계획이며, 그 목표는 과학 관리자를 위한 우수한 교육을 제공하고 파트너 국가와의 네트워킹 활동을 강화함으로써 각 국가 연구 시스템의 효율성을 향상시키는 것이다.

⑦ 독일 과학 단체의 기관별 활동과 이니셔티브의 지속 및 확대

여기에는 Karlsruhe Institute of Technology(KIT : Karlsruhe Research Center와 Karlsruhe University의 합병), Jülich Aachen Research Alliance(JARA : RWTH Aachen과 Forschungszentrum Jülich의 통합 파트너십) 및 베를린 보건 연구소(BIG : Charité와 Max Delbrück 분자 의학 센터 간의 협력 협약)와 같은 과학 분야의 지역 기관 간 협력을 통한 과학 시스템 내 네트워킹 활동을 강화하는 것을 포함한다. 독일의 과학 단체들은 특히 유럽의 과학 및 연구 기관 통솔 기구(Umbrella Organization)를 통해

ERA의 형성을 적극적으로 돕고 있다.(특히 과학 유럽(Science Europe), 유럽연구·기술협회(European Association of Research and Technology Organizations: EARTO), 유럽대학연합(European University Association: EUA).

2) ERA 우선순위 2.1 : 최상의 초국가적 협력과 경쟁- 초국가적 협력의 계획 및 실행

가) 내용

기후 변화, 식량 안보 및 인구 통계학적 변화와 같은 주요 사회문제를 해결할 때 어떤 국가도 스스로 이러한 어려움을 해결할 수 없기 때문에 국가 공적 자금과 능력의 한계를 고려하여 국가간 협력과 연구 노력이 중요하다.

이러한 배경에서 회원국들이 주도하는 공동 프로그래밍(Joint Programming)의 형태로 2008년에 유럽 차원에서 연구 정책 전략이 도입되었다. 이 공동 프로그래밍의 목표는 복잡한 문제에 대한 연구가 성공시키기 위해 전략을 수립하고 국가 프로그램 간의 시너지 효과를 창출시킬 수 있도록 하는 것이다. JPI(Zip Programming Initiatives)에는 10개의 프로그램이 진행되고 있으며 그 중 8개는 연방 교육 연구부 (BMBF), 연방 식품 농업부 (BMEL), 연방 보건부 (BMG)와 관련된 것이다. 그리고 JPI의 주제는 신경 퇴행성 질환, 인구 통계 학적 변화, 농업/ 식량 안보/기후 변화, 건강 영양/생활 양식, 도시화, 물, 문화 유산 문제, 해양, 기후 연구/기후 지식 네트워크 및 항생제 저항 등이다.

나) 목적

연방 정부는 초국적 협력을 더욱 확대하고 그러한 협력을 위한 기본 프레임을 개선하는 것을 목표로 한다. 과학과 연구의 국제화 전략에 따라 프로그램별 특징을 고려하여 BMBF가 지원하는 프로젝트에 외국 파트너가 20% 이상 참여하는 것을 목표로 한다.

연방 정부는 거대 사회 문제에 초점을 맞춘 JPI를 전략적 이니셔티브로 간주한다. 전략적 이니셔티브는 유럽 차원에서 국가 자원을 배분함으로써 실질적이고 구조적인 영향을 미친다. 또한 유럽 수준에서의 전략적 연구 목표를 공동으로 개발하여 이러한 전략과 계획을 체계적으로 향상시키는 것이 목표이다.

그리고 ERA 내 다른 조직, 이니셔티브, 국경 사이의 협력 플랫폼을 유지 및 활용하고 확장하는 것을 목표로 한다.

다) 조치

① 공동 프로그래밍 이니셔티브 (JPI)의 구조적 영향 강화

특히 이 조치에는 '2개의 역할을 하는(bivalent)'프로그램의 설계되고 구현되어야 한다. 즉, BMBF 자금 조달 프로그램을 계획할 때 JPI의 내용과 합치하게끔 고려할 수 있는 모든 유럽차원에서의 의제를 고려해야 한다.

② ERA에서 국경간 협력의 다른 수단, 이니셔티브, 플랫폼의 지속적인 이용 및 활용 확대

이 조치는 JPIs, 유럽 혁신 파트너십(EIPs), ERA-NET 및 Horizon 2020의 ERA-NET Cofund Actions에 적극적으로 참여하는 것 외에도 특별히 연구·혁신을 위한 EU 프레임 워크 프로그램을 상향식 접근법, 유연성 및 효율적인 행정절차를 통해 ERA의 중요한 도구 두 가지 다국적 유럽 연구 이니셔티브(EUREKA와 COST)에 적용된다.

③ 제 185조 TFEU에 따른 조치의 활용 및 확대

EURREET 이니셔티브에 따라 시행된 성공적인 중소기업 연구 자금 조달 프로그램인 EURRETARS, EURAMET eV가 구현한 혁신·연구 EMPIR를 위한 유럽 계량 프로그램인 EURAMET와 같은 프로그램에서 TFEU제 185조 (공공 간 파트너십(public-public partnership) - P2P)에 따른 조치를 이용하고 확장해야 한다. 산업에 의해 이루어지는 이러한 조치는 주로 시장이 실패하는 영역(P2P)에서 이루어지며, 핵심기술이 인접 국가에 진출하는 것을 돕기 위한 최소요건(critical mass)을 만든다.

④ 독일 과학의 유럽/국제 네트워킹의 가시성과 문서화

연방 정부는 TFEU 제181조에 따라 ERA 모니터링 메커니즘(EMM)에서의 데이터 수집 등의 관련 지표를 개선하기 위한 노력을 계속할 것이다.

⑤ 과학 단체의 초국가적 협력의 지속, 확대 및 지원

독일 연구 재단 DFG는 초국가적 연구 협력을 위한 과학 중심 환경을 조성하기 위해 다양한 시도를 한다. DFG는 과학 공동체의 이익을 위한 연구 자금 조달 시스템을 잘 운영하기 위해 해외 파트너 조직과 협력한다. 또한 독일, 오스트리아, 스위스, 룩셈부르크 뿐 아니라 양자간 및 다자간 협약을 기반으로 하는 기금에서 사용되는 “Money Follows Cooperation Line”, “Money Follows Researcher”, “Lead Agency”와 같은 다국적 연구 기금을 위한 DFG의 검증 메커니즘은 계속 활용되고 있으며, 다른 국가에서 시범적으로 시행해보면서 “Lead Agency”의 확장과 개발에 대한 진행도 이루어지고 있다.

3) ERA 우선순위 2.2 : 최상의 초국가적 협력과 경쟁- 연구 기반

가) 내용

미래 지향적이고 뛰어난 과학·연구 시스템을 위해 연구 기반 시설은 중요한 요소이다. 또한 연구 기반 시설은 상당한 수준의 과학적 문제 처리, 기술적 진보, 새로운 연구 영역 발견을 위한 열쇠이다. 연구 기반 시설을 구축하는 것은 과학자들과 지속적인 의견 교류를 위한 중요한 토대를 제공하고 기술과 지식의 이전을 촉진한다. 따라서 연구 기반 시설에 대한 투자는 미래에 대한 투자이다.

그러나 복잡한 연구 기반 시설을 구축하고 운영하는 데는 많은 비용이 들기 때문에 유럽이나 심지어 전 세계적 협력을 요구한다. 2002년에 EU 연구 장관이 유럽의 과학 협력 발전과 국제 협력의 강화를 위한 전략적 도구로서 "연구 기반 시설에 관한 유럽 전략 포럼"(ESFRI)을 설립한 것은 이러한 배경 때문이다. ESFRI는 신규와 기존의 범유럽적 및 글로벌 연구 기반 시설에 대한 연구 정책 결정을 개발하기 위한 지원을 한다. 또한 유럽 및 국제 수준에서 질 높은 연구 인프라를 활용하고 개발하는 역할도 하고 회원국이 국가 우선순위에 따라 연구 기반 시설에 대한 아이디어를 소개 할 수 있는 중앙 포럼이 되기도 한다.

나) 목적

유럽 및 비유럽 파트너와의 공동 관심사에 대한 조속한 합의는 향후 연구 인프라의 계획, 건설 및 운영에 있어 더욱 중요해질 것이다. 따라서 회원국이 주도하는 ESFRI 과정을 형성하는데 계속 적극적으로 참여하고 BMBF가 시작한 연구 인프라를 위한 국가 로드맵 프로세스와 효과적으로 연결하는 것이 연방 정부의 목표이다. 동시에 연방 정부는 ESFRI 자체의 발전을 위해 노력할 것이며, Horizon 2020의 유럽 연구 기반 시설 재정과 관련된 우선 과제에 집중적으로 참여할 뿐만 아니라 기존의 국가 자금 조달 도구를 지속적으로 개발할 것이다.

다) 조치

① ESFRI 로드맵의 추가 개발 및 업데이트에 적극적으로 참여

유럽의 다른 국가와 함께 로드맵에 프로젝트를 수용하기 위한 기준 및 평가 및 의사 결정 프로세스에 대한 검토를 해야 하며 필요한 경우 수정이 필요하다.

② ESFRI의 발전

연구 기반 시설의 사회 경제적 영향 연구뿐만 아니라 ESFRI 프로젝트의 평가 전문가가 제한된 규모의 예산 확립에 대해 검토하고 연구 인프라 구축 및 관리에 관한 성공 사례에 대한 워크숍을 진행한다. 또한 ESFRI가 회원국의 연구 인프라에 더 많은 관심을 기울일 수 있을 뿐만 아니라 평가 프로세스를 표준화하기 위한 노력을 지속 할 수 있도록 ESFRI의 업무 범위를 확대할 수 있도록 하고 유럽 전역의 연구 기반 시설에 대한 기준을 마련할 수 있게 한다.

③ Horizon 2020의 자금지원 우선순위인 “European Research Infrastructure”에 대한 참여 강화

연구·혁신을 위한 EU 프레임 워크 프로그램은 설계 연구 또는 준비 단계뿐만 아니라 연구 기반 시설(e-인프라 포함)의 통합 및 국경개방을 위한 자금 지원까지 다양한 활동을 지원한다. 인적 자원을 강화하고 국제적인 협력

을 높이기 위한 과학 장비의 공공 조달에 대한 조치는 Horizon 2020하에서 연구 기반 시설에 대한 자금을 지원한다. 연방 정부는 국가 프로세스와의 시너지 효과가 발생하는 활동들에 대한 지원을 지속한다.

④ 연구 기반 시설을 위한 BMBF 로드맵 프로세스의 지속

이 프로세스는 국가 수준의 연구 기반 시설에 관한 전략적 연구 정책을 결정하고 지원 및 계획하고 있는 프로젝트에 대한 자금이 투명하게 관리하는 데 사용된다. 다양한 과학 분야의 프로젝트와 잠재적 연구 자금 조달 조직이 그들의 연구 기반 시설에 대한 수요, 목표, 품질, 건설, 운영 비용을 고려하여 이 프로세스에 포함될지 여부가 결정된다. 유럽이나 세계적 차원의 협력을 통해 많은 연구 기반 시설이 실현된다는 사실을 고려할 때, ESFRI 로드맵 프로세스와 긴밀하게 연계되어 있다.

⑤ 인프라 연구를 위한 대학의 연계 강화

기존의 국가 보조금 (특히 공동 연구를 위한 국가보조금)은 더욱 발전되고 보다 효율적으로 사용될 것이다.

⑥ 연구 기반 시설의 기획, 건설·운영 및 참여에 대한 독일 과학계의 확고한 공약 지속

개념적 수준에서 Helmholtz Association와 Leibniz Association는 프로세스와 연계될 연구 인프라(BMBF 로드맵, ESFRI)의 우선 순위, 계획, 건설·운영을 위한 전략 또는 로드맵을 국가·유럽적 차원에서 계획한다. 연구 기반에 관한 과학 유럽 실무 그룹과 같은 독일 과학 단체들(독일 연구 재단 DFG, Max Planck Society, Helmholtz Association, Leibniz Association)이 유럽 차원의 계획수립에 적극적으로 참여할 것이다.

4) ERA 우선순위 3 : 연구원을 위한 노동시장 개방

가) 내용

개방된 노동시장은 연구자들에게 유럽내에서 쉽게 이동할 수 있게 해줄 뿐

만 아니라 좋은 노동조건과 직업전망을 제공하여 유럽의 과학·연구 시설이 더 경쟁력 있게 하여 ERA의 연구 우수성, 혁신성, 연구의 질 향상을 가져온다.

노동력의 국제적 이동성은 과학자들의 직업 계획 및 진행 과정에서 중요한 요소이다. 연구·혁신을 위한 EU 프레임 워크 프로그램(Horizon 2020)의 관련 프로그램은 유럽 및 국제 연구에서 노동력의 이동성에 크게 기여한다. 국제 이동성은 유럽 내에서 노하우의 네트워킹과 공유를 촉진하고 글로벌 연구 네트워크의 통합을 촉진하여 과학적 부가가치를 창출한다. 이러한 장점이 현실화되기 위해서는 모든 회원국에서 개방적이고 투명한 채용 절차를 확립하는 것이 필요하다. ERA 우선 순위인 "연구원을 위한 노동시장 개방"은 혁신적인 박사 프로그램의 도입하고 그 범위를 확장하는데 초점을 맞추고 있다.

독일은 다양한 제도적 형태와 재정지원을 제공하여 젊은 과학자들이 박사 과정과 박사후과정을 진행할 수 있게 한다. 대학은 과학분야의 학위를 수여해야 하며, 연방 정부와 주정부, 연구 기관 및 기금 운영 기관이 제공하는 기금으로 젊은 과학자들을 지원해야 한다.

독일의 혁신성과 경쟁력을 위해 독일 과학계에 최고의 인재를 유입하는 것이 중요하다. 이를 달성하기 위해 2012년에 독일 학술 자유 법(German Academic Freedom Act)을 통과시켜 비대학연구 기관이 과학·기술 분야에서 매력적인 연구조건을 제공할 수 있도록 하였다. 세계각국의 연구원을 위한 임시 및 영구적 일자리에 관한 발표는 독일에서 일반적이다. 인터넷 포털 "EURAXESS - Researchers in Motion"는 연구원, 사회 보험, 비자 요구 사항 및 행정 지원 등의 국제적 일자리에 대한 정보를 제공한다. 다양한 프로그램은 독일 과학자들이 세계시장에 진출할 수 있도록 하고 우수한 외국 연구자들이 독일에서 안정적으로 근무할 수 있도록 돕는다.

나) 목적

연구원의 국제적 이동성을 위한 환경을 개선하기 위해서는 제도 개선, 지원 활동 등을 기반으로 해야 한다. 한 가지 핵심 과제는 유럽의 사회 보험 제도를 유연하게 하는 것이다. 유럽의 사회 보험은 수급권 확보에 시간이 걸리고, 어떤 경우에는 다른 국가(특히 연금 수급권)로 사회 보험 수급권을 이전 할 수 없거나 제한하는 경우가 있으므로 연구원들이 다른 국가에서 그들의 경력을 이어나가기 어렵다. 이는 독일과 유럽의 여러 국가가 연구원

진행함에 있어 경쟁력이 상당히 떨어질 수 있다는 것을 의미한다. 그러므로 목표는 연구원의 국제적 이동으로 인한 사회보험수급권의 격차를 없애고 그들에게 적절한 퇴직 수당을 제공하는 것이다.

또한, 우리 시스템은 젊은 과학자에게 경쟁력있는 근무 및 경력 조건을 제공해야한다. 이는 다른 국가와의 치열한 경쟁뿐만 아니라 과학 분야 이외의 다른 분야로의 고용 기회와 비교할때도 충분히 매력적이어야 한다. 독일의 과학분야에서 박사후과정을 하고 있는 젊은 연구자들의 고용 상황은 여전히 불확실하고 전망이 낮다고 보여진다. 따라서 과학·연구 분야는 더 넓고 안정적인 진로 계획을 제공해야한다.

다) 조치

① 과학의 이동성 향상

연방 정부는 과학 및 중개기구의 지원을 통해 해외에서 독일로 이동하는 연구자들에게 우수한 연구환경을 보장하고 독일의 인력이 해외에 쉽게 진출할 수 있도록 지원한다. 해외로 진출하거나 해외에서 진입하는 연구자들에게 효율적으로 자문을 제공하기 위해 연방 정부는 지속적으로 기금을 제공하여 National Contact Point for Mobility가 안정적으로 운영될 수 있도록하며, 유럽 전역의 정보 포털 EURAXESS의 기금을 조성하는데 기여한다. 유럽에서 연구원이 은퇴 조건에 대한 정보를 찾을 수 있는 플랫폼(www.FindYourPension.eu)을 제공하는 것에서 발전하여 연방정부와 주정부의 근로자연금(VBL)을 효율적으로 관리하기 위한 보충연금기관도 지원한다.

② 유연한 퇴직 연금 제도에 대한 German Rectors' Conference (HRK)의 약속

HRK는 정기적으로 대학 및 과학 기관에 외국 과학자를 위한 퇴직 연금 제공 현황을 알리고 개선방향을 제시한다. 연방정부 및 주정부의 근로자연금(VBL)을 위해 보충연금기관과 일반 협력 협약을 체결하고 플랫폼(www.FindYourPension.eu)에 대한 지원 및 홍보에 힘쓴다. 2014년 가을, 과학분야에서 인력이 자유롭게 이동하게 하기 위해 BMBF의 지원과 관련된 모든 이해 관계자들이 참여하는 유연한 퇴직 급여 시스템에 관한 정책 회의를 개최한다.

③ 알렉산더 폰 훔볼트 재단(Alexander von Humboldt Foundation)과 독일 학술 교류처(German Academic Exchange Service)의 기금 지원

외국의 박사후과정생 모집을 촉진하기 위해 알렉산더 폰 훔볼트 재단은 박사후과정을 위한 조건을 개선한다. 알렉산더 폰 훔볼트 재단은 정기적인 펠로우십 교부금 이외에도 연금 기부와 추가 혜택을 부여하기 위한 시범 사업을 실시하고 있다. 독일 학술 교류처는 독일 대학에서 연구하는 외국인들에게 유학 및 연구 기간 동안 장학금 프로그램을 지원하고 있다.

④ Horizon 2020을 기반으로 하는 Marie-Sklodowska-Curie Actions (MSCA)의 이행 및 참여에 대한 적극적인 지원

연방 정부는 MSCAs의 이행을 적극 지원한다. 이것은 ERA에서 국가나 분야에 상관없이 해외로 진출하거나 해외에서 진입한 연구자들에게 체계적인 기금을 지원하여 연구자를 훈련하고 연구자의 경력을 쌓는데 중요한 공헌을 한다. 다양한 유형의 MSCA는 ERA 우선순위의 요구 사항에 잘 맞추어져 있으며 독일이 적극적으로 참여할 수 있도록 National Contact Point가 지원한다.

⑤ 대학 및 연구 기관에서 젊은 과학자의 직업 전망 향상

젊은 과학자에 대한 지원은 이미 많은 연방 정부 및 주정부의 조치 (예 : 독일의 우수 사업 및 연구 및 혁신 협약의 중요한 요소)에 의해 지속적으로 다루어지고 있다. 이를 바탕으로 우리는 젊은 과학자들을 지원하는 전반적인 접근 방식을 개발해야한다. 우리는 연구에 책임이 있는 대학 및 비대학 연구 기관, 연방 기관에서 경쟁력있는 근로환경을 제공하기 위해 계속해서 노력할 필요가 있다. 특히 대학의 인적 구조 재편성이 이루어져야하며 학술 고정 기간 계약법(Academic Fixed-Term Contract Act)의 재검토가 필요하다.

⑥ 대학에서의 인적 자원 개발 강화

German Rectors' Conference(HRK)회원들은 젊은 과학자들이 자신의 직업을 계획할 때 보다 확실하고 투명하게 할 수 있기를 원한다. 2014년 5월

에 HRK는 인적 자원 개발 전략을 수립하고 시행한다("박사후과정에서 초기 경력 연구자의 발전 및 학업 진로 개발을 위한 지침"). 그 전에도 HRK는 유럽위원회의 연구원 인적 자원 전략 프로세스에 회원기구가 참여할 것을 권고했으며, 이를 기반으로 연구자를 위한 인사 전략을 개발하는 독일 대학이 노력하도록 지원하고 연구 분야에서 European HR Excellence 로고를 사용하도록 권고한다. 이러한 참여는 자발적이어야 하며 유럽의 기금을 지원받는 것과는 무관해야 한다.

⑦ 과학 단체의 젊은 인재 지원을 위한 혁신적인 접근 방식의 지속적인 개발

연구 연수 그룹을 위한 독일 연구 재단(DFG)의 자금 지원 프로그램은 새로운 연구를 진행하는 박사과정생을 지원한다. 또한 DFG는 모든 분야의 박사과정 입학자가 보조금보다는 임금을 받을 수 있도록 노력하고 있으며 젊은 인재를 위한 박사후과정 프로그램을 확장하려는 계획도 있다. 해외에서 유입된 젊은 과학자들을 위한 지원은 오랫동안 DFG의 우선 과제였다. Max Planck Society는 IMPRS(International Max Planck Research Schools)에서 체계적인 박사 과정을 이수할 수 있게 돕고 있으며, Max Planck 연구소는 60개 이상의 IMPRS를 통해 독일뿐만 아니라 외국 대학과도 협력하고 있다. International Leibniz Graduate Schools은 우수한 연구 환경에서 체계적인 박사 과정을 이수할 수 있도록 한다. Helmholtz Association에서는 체계적인 박사과정교육과 박사과정학생들이 안정적으로 지도를 받을 수 있도록 지원하며 각 학생들이 연구하고자 하는 주제에 대해 학위를 받을 수 있도록 설계되었다. 2014년 기준으로 BMBF가 후원하는 독일 학술 교류 프로그램 "IPID4all"은 독일 대학의 지원을 받아 박사과정 학생들을 위한 적절한 환경을 제공하며, 그 목표는 전 세계의 젊은 과학자들에게 우수한 학위취득환경을 제공할 수 있도록 지원하는 것이다.

5) ERA 우선순위 4 : 연구에서의 성 평등과 성 주류

가) 내용

과학 분야에서 우수한 자격을 갖춘 여성의 전문 기술은 효율적으로 사용되지 않는 경우가 많다. 유럽 전역에 걸쳐 박사과정생 기준으로 남녀학생의 수

는 거의 비슷한 반면, 고학력과 높은 직급의 여성 비율은 상대적으로 낮은 편이다. 그래서 전문가 집단과 의사 결정위원회 및 자문위원회에서의 여성 비율 또한 낮다. 그리고 사회적 문제를 해결하는 연구·혁신에서 성평등 문제를 포함시키지 않고 진행하는 경우가 있으며 그 인식조차 부족한 경우가 많다.

ERA의 추가 개발 과정에서 유럽 집행위원회는 회원국과 비회원국 모두에게 채용, 고용 및 경력 유지 측면에서 성별에 따른 장벽을 제거하기 위해 노력하였다. 또한 유럽 연구 기관의 의사 결정 과정과 위원회에서 성별의 균형을 이루고자 하였다. 위원회의 목표는 회원 모집과 연구 프로그램의 수립 및 평가에 관여하는 위원회의 40% 이상을 여성(상대적으로 소수의 성별)이 참여할 수 있게 하는 것이다. 또 다른 목표는 국내 및 유럽의 연구 프로그램과 프로젝트에서 성평등과 관련된 측면을 더욱 강화하는 것이다.

독일은 여전히 많은 과학 분야에서 성평등을 실현하는 데 있어 다른 EU 회원국보다 뒤떨어져 있다. 독일은 여성 연구원의 비율이 유럽 연합 중 두 번째로 낮은 수준으로 25%인 룩셈부르크보다 한 단계 높고(크로아티아 제외 : 33%), 여성 대학 총장의 비율은 7%로 EU 평균인 10%보다 낮은 수준이다. 그러나 독일은 EU 27국 중에서 여성 연구원의 증가율이 7위를 차지하였고⁶²⁾, 여성 교수의 비율도 2005년 14%에서 2012년에 20%로 증가하였다. 따라서 독일은 과학 분야의 우수한 여성들을 효율적으로 활용하는 방향으로 나아가고 있다.

연방 정부와 주정부의 고등 교육법은 과학분야에서 남성과 여성에게 동등한 기회를 부여하려 한다. 또한 양성 평등에 관한 연방법 제3조는 연방 정부로부터의 자금 지원을 받는 비대학 연구기관은 양성 평등을 의무화 할 것을 요구받고 있다. 그리고 연구 및 혁신 협약에 참여한 연구 기관은 최근 여성 간부의 비율을 높이기 위한 조치를 취하였는데, 특히 젊은 여성 연구원 및 간부 사원 모집을 위한 목표 할당량을 주어 달성하게끔 하였다. 이러한 방향은 적절하지만 독일 과학계에서는 여성간부가 여전히 적은편이기 때문에 더 많은 노력을 기울여야 한다.

나) 목적

양성 평등은 연방 정부의 최우선 목표이며, 과학·연구와 관련하여 통합적인 협약에 포함되어 있다. 통합목표는 여성의 비율을 더 높이고 과학 집행위

62) 출처: She Figures 2012, European Commission

원회에서 여성의 비율이 30% 이상 되게끔 하는 것이다. 연방 정부, 주정부 및 과학 단체는 과학 시스템의 모든 수준에서 여성을 적절하게 대표할 수 있는 것을 공동목표로 추구하고 있다. 남성과 여성에게 평등한 직업 기회를 부여하는 것은 가족 친화적인 근무환경을 수립 할 것을 요구한다. 과학 단체는 현재 시행되고 있는 조치를 잘 활용하고 모범사례를 분석하여 이러한 조치가 잘 실행되도록 해야 한다.

지금까지 무시되어 왔던 한 가지 요소는 기초·응용 지향적 연구에서 성평등을 일관적이고 적절하게 고려하는 것이다. EU의 전문가 그룹이 도입한 "성숙한 혁신"이라는 용어는 연구에서 성별 측면을 포함하면 과학적 탁월성을 보장하고 필요한 솔루션을 개발할 수 있다는 믿음에 근거한다. 예를 들어, 기계 번역 기술 개발에서 '남성적 디폴트'를 기본으로 하면 기계 번역에서 심각한 오류를 일으키며, 남성의 골다공증 연구를 방치하면 치료가 지연될 수 있다. 연방 정부의 목표는 향후 국가 연구 및 혁신 프로그램에서 성평등의 차원을 점차 강화시키는 것이다.

다) 조치

① 조직 구조 및 프로세스에서 동등한 기회 보장

평등한 기회 보장은 연구·혁신 협약을 진행해 가는데 있어 핵심 초점 영역이 될 것이다. 중요한 조치로는 직원 및 위원회의 후보 선정 과정에서 동등하고 평등한 기회를 주기위한 경력 개발 계획을 만들고 가족 친화적 조직 구조를 만드는 것이다. 전반적인 목표는 캐스케이드 모델을 따르는 야심적인 목표 할당량을 기반으로 모든 직업 단계와 리더십 직책 및 과학 단체 집행 위원회에서 여성의 비율을 늘리는 것이다.

② 연방 정부와 주정부의 여성 교수를 위한 프로그램 지속

연방 정부와 주정부의 여성 교수 프로그램 (1단계: 2008-2012, 2단계: 2012-2017)은 독일 고등 교육 기관의 리더십 직책을 맡은 여성들을 증가하게 하기 위한 매우 효과적인 방법이다. 이 프로그램의 목표는 여성 교수의 수를 더 늘리고 대학에서 양성 평등을 보장하는 조건을 수립하는 것이다. 새로 임명된 여성 교수를 위한 보조금은 평등한 기회를 위한 적절한 정책이 될 것이다.

③ 국가 및 유럽 연구 프로그램에서 성평등의 체내화

연구(예 : 글로벌 과제 해결)는 성별 관점을 신중하게 고려할 때 사회에 더 나은 결과를 가져온다. 연방 정부는 성별에 대한 관점을 재정 지원 프로그램 및 프로젝트의 계획, 실행 및 평가에 보다 체계적으로 적용할 것이다. EU 프레임 워크 프로그램 Horizon 2020은 성별 측면을 특별히 고려한 예비 프로그램으로 활용 될 것이다. 이 프로그램은 사실상 동등한 가치를 지닌 프로젝트 제안 중 하나를 선택하는 데 있어 결정적인 요소 중 하나로 '성평등'을 고려한다. 연방 정부는 Horizon 2020의 프로그램위원회에서 성 평등을 위한 높은 EU 표준이 프로그램, 프로젝트 및 위원회에서 지켜질 수 있도록 보장한다.

④ 성별 관점에서 젊은 연구자의 진흥

젊은 연구원의 안정적이고 유망한 직업경력을 위해서는 과학분야에서 여성의 경력을 안정시키고 가족 친화적인 분위기를 만들어야 한다. 그러므로 연방 정부는 독일의 젊은 과학자들을 지원하기 위한 프로그램의 개발하고 디자인하는데 있어 이러한 측면을 우선 순위에 두어야 한다.

⑤ 남녀 평등을 장려하기 위한 독일 과학 단체의 프로그램과 이니셔티브의 지속 및 확대

2008년에 독일 연구 재단 DFG는 "연구 친화적인 성 평등 기준"을 만들고, 연구·혁신 협약과 관련된 고등교육기관과 과학기관에 적용하였다. 이 표준은 평등한 기회를 만드는데 중요한 기준이 된다. 협약과 관련한 모든 과학 단체들도 조직별 계단식 모델을 유지하면서 목표를 설정하였는데, 그 목표는 직업 여성 비율을 기준으로 한다. 기관 및 단체는 2017년까지 이러한 목표를 달성하기 위한 구체적인 조치를 시행할 계획이며, 핵심 활동은 여성 연구원을 더 많이 확보하고 채용하는 것이다. 이러한 활동에는 Helmholtz Association의 모집 활동과 Leibniz 연구소의 우수한 자격을 갖춘 여성 연구원의 조기 임명에 대한 Leibniz Association의 "평등한 기회"를 위한 기금, 더 많은 여성 연구원들에게 W2 포지션을 제공하기 위한 맥스 플랑크 사회의 W2 미네르바 프로그램, 여성 과학자들의 채용 및 경력 개발을 위한 프라

운호퍼의 TALENTA 프로그램을 포함한다. 고위직 여성을 교육하기 위해 멘토링 프로그램을 도입한 단체는 많다. 이 프로그램은 특히 박사 학위를 받은 여성들이 자신의 경력을 신중하게 계획하고, 자신의 분야에서 네트워크를 만들고, 자신감있게 리더십 직무를 수행하도록 지원한다(Helmholtz의 멘토링 프로그램인 "Taking the Lead", "라이프니츠 멘토링" 협회). Max Planck Society의 "Minerva-FemmeNet"멘토링 프로그램의 목적은 여성 멘토와 멘티를 연결하여 수석 연구자가 젊은 여성 연구원과 경험을 공유 할 수 있도록 하는 것이다. "HR Excellence Award"를 수상한 Fraunhofer의 'Wissenschaftscampus'행사는 2013년 부터 STEM(과학, 기술, 공학 및 수학) 분야의 젊은 여성 학생과 졸업생을 대상으로 과학 경력을 쌓고 리더십 직책을 수행하도록 장려했다.

6) ERA 우선순위 5 : 과학적 지식의 효과적 이전, 접근, 순환

가) 내용

효과적인 지식 이전은 아이디어와 연구 결과를 혁신적 성과로 변화시키고 결과적으로 경제적 가치와 경쟁력을 창출하는 핵심 요소 중 하나이다. 이 ERA 우선 과제는 특히 과학과 산업 간의 네트워크를 강화하고 “개방형 혁신(open innovation)”에서 공공 부문 연구의 역할에 중점을 둔다. 이는 고등 교육 기관 및 연구 기관이 유럽 IP 현장에 따라 행동하고 그에 상응하는 포괄적인 전략을 토대로 지적 재산을 취급하며 지식 및 기술 이전 활동에 전문성을 발휘하여 업계와 동등한 협력을 가능하게 함을 의미한다.

지식의 생성과 이전은 디지털 수단을 통해 점차 증가하고 있기 때문에, ERA 우선순위 중 하나는 지식과 기술의 자유로운 순환 ('디지털 ERA')을 위한 온라인 공간의 끊임없는 확장이다. 특히 이것은 공공 기금으로 조성된 과학적 발견 및 데이터에 대한 접근을 허용하고 확대하는 것을 의미한다 (Open Access).

독일에서 공공 부문과 민간 부문 간의 과학적 지식의 교류는 오랫동안 이루어져왔다. 그것은 독일 경제의 초석 중 하나로, 2006년부터 연방 정부는 '개방형 혁신'과 지식과 기술의 이전을 지지해왔다. 연구·혁신 협약 내에서 수행되는 비 대학 과학 단체의 연구 및 지식 이전 활동은 새로운 발견 및 방법을 보급하는데 중요한 요소이다.

독일의 연구 시스템은 독일의 과학 단체 연합 (Alliance of Germany)의

우선 순위 이니셔티브인(Priority Initiative) "디지털 정보 (Digital Initiative)"와 같이 과학 정보 액세스를 향상시키기 위한 많은 노력을 통해 디지털 ERA 개발을 지원한다. 독일은 이미 저장소와 오픈 액세스 저널을 잘 갖추고 있다.

나) 목적

지금까지 진행된 진전을 바탕으로 연방 정부는 과학 및 산업 간의 네트워크와 국내 및 국제 수준의 지식 이전을 지속적으로 장려하고 촉진한다.

또한 부서 간 전략으로 설계된 디지털 전략 2014-2017은 디지털화의 다양한 측면을 다루는 것을 목표로 한다. 이 전략에서 중요한 목표는 디지털화가 과학 및 연구 분야에서 국경을 초월한 정보 교환을 시스템을 구축, 확보 및 증진 할 수 있도록 하는 것이다.

다) 조치

① 네트워크 강화 및 과학, 산업 및 사회 간의 교류 증진

연방 정부는 Leading-Edge Cluster Competition 및 "Research Campus" 자금 지원과 같은 성공적인 조치를 수행하는 것 외에도 연구 결과의 검증을 위한 자금 지원 활동을 추가로 개발한다. 또한 연방 정부는 최첨단 클러스터, 미래 지향적인 프로젝트 및 기타 유사한 네트워크의 국제화를 추진하기 위한 새로운 자금 조달 방법을 도입할 계획이다. 목표는 독일의 뛰어난 클러스터 및 네트워크 관리 기술 및 전문성을 강화하여 국제적 협력을 강화하기 위한 것이다.

② 과학 연구의 디지털 전환 전략

연방 정부는 급격한 디지털화가 가져오는 기회를 활용하기 위해 과학에서의 디지털 전환 전략을 수립한다.

③ 개방형 액세스 전략

연방 정부는 공개적으로 재정 지원을 받는 간행물 및 정보(공개 자료)에 효과적이고 장기간 접근 할 수 있는 기본 조건을 개선하는 포괄적인 공개

접근 전략을 개발한다.

④ 전문적인 과학 저작권법

연방 정부는 저작권법을 개선하기 위해 노력하고 있으며, 디지털 시대의 과학, 연구 및 교육의 필요성을 더 깊이 고려하고 이러한 분야의 디지털화를 활용해야 한다. 구체적으로는 학습 및 연구를 목적으로 한다면 포괄적인 면제를 하는 것을 목표로 한다.

⑤ 정보 인프라 협의회 설립

독일은 연구 기반 시설과의 연계성으로 인해 정보 인프라 구조면에서 매우 중요한 위치에 있다. 독일은 개발 프로세스의 투명성을 제고하고 그들의 지위를 더욱 강화하고 외부 전문 지식과 유럽 및 국제 토론과의 연계를 지원하기 위해 연방 정부의 장관과 상원 의원과 합동 과학 회의 주관자가 정보 인프라 스트럭처위원회 (Council for Information Infrastructure)를 설립하도록 투표하였다. 이 협의회는 과학 시스템 참가자들간의 의견조율을 용이하게 하고 정보 인프라 사용에서 효율성을 높이기 위한 전략적 기관으로서의 역할을 수행할 것이다.

⑥ 지식·기술 이전 분야의 독일 과학 단체의 활동과 이니셔티브 지속

모든 독일 과학 단체는 지식·기술의 이전을 위한 전략적 접근 방식을 채택한다. 예를 들어 Max Planck Society의 기술 이전 조직인 Max Planck Innovation GmbH는 연구소의 지적 재산권이 보호받을만한 가치가 있는지 여부를 평가하고 연구 결과의 상용화를 위해 노력한다. Helmholtz Association의 모든 센터에는 기술 상용화를 위한 기관이 있으며, 유망 기술 및 상업적 응용을 위해 안정적으로 자금을 조달하는 Validation Fund와 센터에서 새로운 분사를 지원하는 "Helmholtz Enterprise"이니셔티브가 있다. Leibniz Association는 본부를 기반으로 한 이전 부서, Leibniz 연구소의 대표를 전근시킴으로써, 그리고 Leibniz 연구 그룹을 설립함으로써 지식·기술의 이전 및 상업화 활동을 지원한다. 또한 Fraunhofer-Gesellschaft에서 업계와의 긴밀한 유대 관계는 필수 과제의 일부이다. 계약 연구를 위한 자금 조달 규모의 1/3 이상은 기업과 관련된 연구 프로젝트를 통해 창출된다. 많은 연

구원들이 프라운호퍼 Fraunhofer에서 연구 활동을 마친 후 민간 부문에서 경력을 이어간다. 독일 연구 재단 DFG 프로그램의 대부분은 연구자가 '프로젝트 이전'을 조건으로 하면 이전 받을 파트너와 협력할 수 있는 자금을 지원받을 수 있는 옵션을 포함한다. 또한 정기적으로 "혁신의 날(Innovation Days)"과 "시작일(Start-up Days)"과 같은 대규모 행사가 열리며 과학과 산업간의 파트너십을 강화하고 기업가에게 네트워킹 및 비즈니스 기회를 제공한다.

⑦ 오픈 액세스를 촉진하기 위한 과학 단체의 활동과 이니셔티브의 지속

모든 대형 연구 기관, 독일 총연맹 및 기타 기관들은 2003년 "과학 및 인문 지식에 대한 개방적 접근에 관한 베를린 선언"에 서명했다. 독일의 과학 단체 연합(Alliance of Germany)의 우선 과제인 "디지털 정보(Digital Information)"는 장기간의 연구와 교육에서 정보에 대한 접근성을 개선하기 위해 노력하고 있다. 대형 과학 단체는 오픈 액세스에 대한 풍부한 정보가 있는 온라인 플랫폼 "open-access.net"도 지원한다. 독일 연구 재단 DFG는 개방형 액세스 저널 및 저장소를 홍보하는 프로젝트에 자금을 지원하고 고등 교육 기관이 개방형 액세스 저널에 기사를 게재하는데 드는 비용을 충당하는 소위 간행물 기금을 마련하도록 지원한다. Max Planck Society는 몇 가지 오픈 액세스 저널을 발간하고, 공개 출판사와 계약을 체결하고 "베를린 오픈 액세스 (Berlin Open Access)" 컨퍼런스를 정기적으로 개최한다. 이 회의는 오픈 액세스에 대한 경험을 교환하고 토론하기 위한 가장 중요한 국제 포럼 중 하나이다. Leibniz Association의 Science 2.0 학제 간 연구 협력은 현재 연구의 모든 단계에서 최신 인터넷 기술의 사용에 중점을 두고 과학 및 사회에 대한 Science 2.0의 영향을 탐구하는 35 명의 파트너가 있다. LeibnizOpen 포털은 라이프니츠 연구소의 오픈 액세스 출판물에 대한 중앙 액세스 지점을 제공한다. Helmholtz Association의 Open Science Coordination Office는 Helmholtz 센터가 출판물에 공개적으로 액세스 할 수 있도록 지원하며, Fraunhofer는 내부 자금을 통해 "Gold Open Access"간행물을 지원한다.

7) ERA 우선순위 6 : ERA의 국제적 차원

가) 내용

전 세계적으로 지식의 70% 이상이 유럽 이외 지역에서 만들어진다. 국제적인 협력을 통해 유럽이 장기적으로 글로벌 경쟁력을 확보 할 수 있도록 해야 한다. 새로운 이머징 마켓으로의 접근을 용이하게 하기 위해 연구·혁신 분야에서 제3국과 효과적인 국제 협력관계를 구축하고 네트워킹하는 것이 필요하다.

2007년 제3국과의 협력에 초점을 맞춘 ERA에 대한 EU 집행위원회(European Commission)의 그린 페이퍼(Green Paper)가 도입된 것은 이러한 배경 때문이다. 국제적 차원은 2012년 위원회 커뮤니케이션("연구와 혁신에서의 EU 국제 협력 강화 및 집중")과 2013년 이사회의 결론에서 전반적인 전략으로 발전했다.

이 전략에는 회원국과 유럽 집행위원회 간의 긴밀한 파트너십이 필요하다. 이 파트너십의 발전을 위한 플랫폼은 과학 기술 국제 협력 전략 포럼(SFIC)이며, SFIC는 특정한 제3국과의 협약을 등을 통해 유럽 이외의 국가(예 : 미국, 중국, 브라질)와의 전략적 제휴를 촉진한다.

나) 목적

연방 정부는 ERA의 국제적 차원을 강화하는 것이 매우 중요하다고 생각한다. 목표는 회원국과 제3국간의 협력을 독려하고 그에 따른 시너지 효과를 체계적으로 활용하며 EU 집행위원회와의 협력을 통해 전략적 활동을 하는 것이다. 연방 정부는 SFIC를 핵심 플랫폼으로 간주하고 이 포럼을 강화하기 위해 노력한다.

과학·연구 분야에서 ERA와 유럽 인접 국가 및 기타 제3국을 포함한 (예 : 프랑스, 그리스, 이스라엘과의 공동 포럼 및 연구 협력)양국 간 지속적 협력이 독일 연방 정부에 중요하다. 직접적인 협력은 상대 국가와 독일의 수요를 잘 반영한 프로젝트를 가능하게 한다. 양자 간 협력은 새로운 분야와 네트워크를 창출하여 다차원적인 협력을 할 수 있도록한다.

다) 조치

① 과학 기술 국제 협력 전략 포럼 (SFIC)의 역할 강화

SFIC의 역할을 강화하는 것은 과학 기술 협력에 관한 EU와 회원국 정책

의 일관성을 유지하게 할 것이다. 따라서 연방 정부는 선택된 제3국과의 협력을 위한 SFIC 이니셔티브를 계속 유지할 것이며, 양자 간 과학 기술 협력 협상을 위한 독일과 지역 전략 개발에 있어 이 이니셔티브를 계속 고려할 것이다. 또한 연방 정부는 EU의 로드맵을 SFIC 이니셔티브와 연계시키고 이 로드맵을 적절히 활용하도록 노력할 것이다.

② 다자간 과학 기술 협력 방안의 체계적 추진

ERA가 발전하면서 연방 정부는 제3국과의 과학 기술 협력에서 지금까지 진행해오던 양자간 협력을 확대 할 필요성을 느끼며, EU회원국들이 SFIC을 통한 제3국과의 다자간 협력 협상에 참여할 기회가 확대되어야 한다.

③ 공동 프로그래밍 이니셔티브(JPIs)의 국제적 차원으로의 확대

회원국을 중심으로 JPI를 도입하는 것은 거대한 도전 과제를 다루는 연구 과제의 전략적 연계를 위한 중요한 수단이 되었으며 연방 정부는 JPI를 실행하는데 유리하다. 그래서 제3국과의 연구 협력을 위한 JPI를 만들어 실행하고자 한다.

④ Horizon 2020에서의 EU 회원국과 제3국간의 협력

연방 정부는 EU 회원국과 제3국간의 협력, 특히 전 지구적 도전 과제를 목표로 두고 주제별로 협업하는 것을 중요하게 생각한다. 특히 개발도상국과 신흥국에 초점을 맞춘 구체적인 도전 과제에 대한 Horizon 2020 프로젝트를 진행할 것이다.

⑤ ERA의 국제적 차원을 강화하기 위한 독일 과학 단체 및 고등 교육 기관의 활동 지속

독일 과학 단체는 주로 제3국과의 연구 협력을 강화하기 위한 두 가지 전략을 추구한다. 먼저 선정된 파트너 국가 및 지역에 지사를 설립한다. 예를 들어, 헬름홀츠 협회 (Helmholtz Association)는 모스크바와 베이징에 지사를 두고 있으며, 이들 지역에서는 헬름홀츠 센터의 업무를 지원한다. 맥스 플랑크 협회 (Max Planck Society)는 캐나다, 인도, 일본, 한국, 미국을 포

함한 많은 국가에서 맥스 플랑크 센터와 파트너 기관을 운영하고 있으며, 독일의 고등 교육 기관 들은 대부분 해외 대표 사무소를 가지고 있다.

둘째, 과학 단체들은 젊은 과학자 유치와 연구원 교류 촉진을 목표로 하는 조항을 통해 국제적 연구 협력을 위한 지원을 한다. 예를 들어, International Research Groups of International Helmholtz Association은 젊은 연구자들에게 국제적 협력을 할 수 있도록 한다. Max Planck Society는 해외 파트너 그룹이 집중적인 국제 연구 협력에 관심있는 젊은 연구원을 지원하는 프로그램을 진행하고 있으며, 이외에도 많은 과학단체들이 지원프로그램과 행사를 진행하고 있다.

부 록 4. JTI 제도 개선 필요사항

이번 연구에서는 기존 JTIs에 대한 경험에서 얻은 교훈을 소개한다. 이는 Sherpas가 보고한 주요 쟁점들을 종합적으로 개괄한 것이다. 논의된 문제의 일부는 모든 JTIs에 공통적으로 해당되는 반면, 일부 문제는 특정 JTIs에만 해당된다.

1) 법적 구조와 거버넌스

기존 JTIs는 상대적으로 유사한 거버넌스 구조를 가지고 있다. 각각의 공동사업(JU; Joint Undertakings)은 운영 전반의 책임을 지고 있는 이사회, 일상적인 관리 및 JTI의 과학, 기술적 요소를 책임지는 연구원들을 포함한 이해 관계자 위원회를 책임지는 Executive Director로 구성되어있다. 회원국이 파트너십의 정회원인 ARTEMIS, ENIAC, 두 개의 JTI에는 공공 기관 위원회(Public Authorities Board)가 존재한다. 다른 JTIs에서는 회원국들이 States' Representatives Group을 통해 자문 역할을 수행한다.

일반적인 거버넌스 구조는 파트너에 대한 우려를 제기하지 않는다. 그러나 민간 연구자들의 연합으로 이루어진 대부분의 JTIs에서 민간 참여자는 파트너십 구성 초기에 부여된 완전한 역할을 수행하지 못하고 있다고 생각한다. 이는 주로 JTI 수행을 위한 공동기관인 공동사업(JU; Joint Undertakings) 설립을 위해 선택된 'Community body'의 법적 지위와 JTI가 준수해야하는 관련 금융 규제에 기인한다.

위원회가 직접적이고 통제 가능한 방법으로 계획된 자원을 제공 할 수 있도록 'Community Body'라는 프레임워크를 사용하는 특정 법적 구조가 선택되었다. 하지만 이러한 법적구조는 민간부문에 있어 부담스럽고 불균형한 경험을 하게 하는 절차와 규정의 적용을 의미한다. 이는 민간부문이 동기를 잃게 되는 위험을 수반하므로 JTI의 임무수행 능력이 위태로워진다.

Sherpas는 유럽 공적 기금의 위험을 최소화하기 위해 특정 감사를 수행하는 정밀조사의 필요성을 인정한다. 그러나 그들은 현재 시스템이 과도하게 통제 기반(control-based)이라고 생각한다. 이는 급변하는 시장에서 연구와 결합된 투자를 촉진하는데 필요한 속도와 유연성을 심각하게 저해한다. 게다가 수많은 규칙과 감사는 전반적으로 민간부문과의 효과적인 파트너십을 방해하는 위험회피적인 태도를 반영하는 것으로 보인다.

기존의 법적 프레임워크는 민간부문이 참여하는 파트너십이 아닌 공공기관

(public bodies)을 위해 디자인되었다. 전반적으로 파트너간의 동등한 권리를 보장하고 운영 원칙을 공유를 보장하는 균형적이고 신뢰기반의 파트너십을 구축하는데 적합하지 않은 것으로 판단된다. JTIs는 특별 기구이기 때문에 그에 합당한 프레임워크와 규제가 적용되어야 한다.

게다가 관련 산업과 과학기술의 관점에서 JTI 간에는 상당한 차이가 있음을 인식해야 한다. 이런 이유로 “one-size-fits-all”이라는 해결책은 JTIs의 요구에 맞지 않는다.

2) 운영 방식

JTI가 해결하고자 하는 과제 성격에 감안할 때, 속도, 효과성 및 효율성은 JTI 수행의 본질이다. 그러나 현재의 법률적, 행정적 체제는 이런 요소들의 최적상태와는 멀다고 판단된다. 효과성 및 효율성을 달성하기 위해 파트너들 간의 명확한 역할과 책임을 정의하고 공동으로 합의하는 것이 중요하지만, 아직 완전히 달성되지 못한 상태이다.

현행 Implementing Rules of the Staff Regulations하에서 민간부문은 자문이라는 역할에 국한되어있어 채용절차 간 민간부문이 적절한 역할을 하지 못한다고 생각한다. 이는 또한 인적자원과 관련하여 공공부문과 민간부문 양쪽의 이해관계가 상충될 수 있다는 우려를 제기한다.

수많은 감사와 관련된 절차 뿐만 아니라 특정 행정업무는 과도하게 많은 노력을 요구한다. 예를 들어, 산업 부문의 현물 출자 보고는 출자유형에 따라 계산 방식이 다르거나, 서로 다르게 이루어지는 등 복잡하게 진행된다.

일부 JTIs에서는 민간분야가 특정절차에서 배제된다. 예를 들어, 민간부문은 프로젝트의 세부 사항에 대해 알지 못하거나, 프로젝트 선정 과정에 참여할 수가 없다. 이러한 점은 산업 관점에서 프로젝트 선정 메커니즘이 과학적/기술적 우수성에 대한 적절한 고려를 하였는지, 같은 중요성을 가진 평가기준을 채택했는지에 대한 정보를 갖지 못한다는 문제를 유발할 수 있다.

공동사업(JU)가 ‘Community bodies’의 형태로 설립되었지만 정보기술, 기타 서비스, 수단, 인프라 등과 같은 정보에 자동으로 접근 할 수 없고, “Service Level Agreements”가 체결되어야만 이와 같은 정보에 접근할 수 있다. 이는 각 기관의 추가적인 행정부담으로 여겨진다.

중소기업(SMEs)의 JTIs 참여는 중요하고 핵심적인 요소로 인식되고 있다. 그러나 JTI 프로세스가 상대적으로 길기 때문에 중소기업은 프로젝트 참여에 지원하는 것을 어렵게 느끼고 있다. 시간적인 문제 뿐만 아니라 스타트업

(start-ups)이나 기업 분할(spin-outs) 기업과 같은 형태의 중소기업의 경우 자산 기반이 열악하고, 은행이나 다른 형태의 공적 기관에 의한 보증을 받을 수 없기 때문에 JTIs 프로젝트에 참여하기 어렵다.

3) 자금지원

R&D 활동의 예산 총액과 JTIs의 운영비용은 유럽위원회, 민간분야의 기부금에 의존하고, ARTEMIS와 ENIAC과 같은 경우 정회원인 회원국의 기부금에 의존한다.

JTIs의 존속기간동안의 기부금 최대 허용금액은 JTI 조항에 명시되어있다. 그리고 연간 총액은 따로 표시되어있으며 매년 확인할 수 있다.

충분한 펀딩을 받는 것은 JTIs 운영에 있어 매우 중요한 요소이다. 유럽위원회, 민간분야, 회원국의 기부금이 충분하지 않은 경우는 예상보다 많지 않다. 기부금이 부족한 경우는 대개 몇몇 회원국의 기부금이 초기 목표액보다 부족하기 때문에 발생한다.

프로젝트 자금조달 금리는 참여 유인에 있어 중요한 요소이다. 이러한 관점에서 프로젝트 파트너에게 지원되는 자금조달 금리는 최적수준이 아니라고 생각된다. 금리는 일반적으로 낮고, 많은 경우에 the Cooperation Specific Programme of the Framework Programme 하에서보다 지원되는 금액보다 낮은 편이다. 이러한 점은 잠재적인 프로젝트 참여자의 의욕을 꺾는 요소로 작용할 수 있다. 게다가 유럽의 다국적기업은 글로벌 수준에서 경쟁하고 있다 따라서 다른 국가들과 비교하여 적절한 자금조달 금리를 유지하는 것이 중요하다.

펀딩과 관련된 또 다른 문제는 연구자 연합으로 만들어진 단체의 의무와 지속가능성에 대한 점이 제기된다. JU Statutes에 따르면 협회가 공동사업(Joint Undertaking) 사무실의 운영비용을 조달하기 위해 달성해야하는 재원 수준 존재한다. 그러나 협회들이 이러한 재원수준을 충족하는데 어려움을 겪는다. 재원 총액은 협회의 모든 멤버들로부터 조달되어야 하지만 협회에 가입하는 것은 JTI 프로젝트 참여자들에게 의무사항이 아니다. 따라서 재원을 조달하는 방법이 견고하지 않고, 협회의 멤버들의 참여에 의존한다. 이러한 문제는 JU가 프로젝트 참가자들에게 운영비를 충당하기 위한 참가비를 청구할 수 없다는 점에서 더욱 심각해진다.

또한 협회 가입이 의무가 아니라는 점은 무임승차(free-riding)의 문제를 야기한다. 상당수의 프로젝트 참가자가 협회의 멤버가 되기를 원하지 않고,

그들의 분담금을 ‘Declaration of Acceptance’와 같은 것에 사인하면서 내려고 한다. 이러한 현상은 프로젝트에 참여하는 다른 참가자들에게 피해를 주게 되고, 이러한 부담으로 인해 협회를 떠나게 될 수 있다. 따라서, 협회의 지속성(sustainability)에 문제를 야기할 수 있다.

fuel cells and hydrogen(FCH)의 경우에 불균형적인 펀딩 매칭에 대한 문제가 존재한다. FCH는 연구 분야를 JU에 대한 위원회(Commission)의 투자를 산업부문과 나누는 공식적인 파트너로 포함한다, 하지만 위원회의 투자는 산업부문에만 지원된다. 이러한 매칭 원리는 산업부문과 연구 분야 모두에 펀딩이 제공되는 것을 더욱 어렵게 한다.

4) 회원국의 참여

variable geometry principal에 따르면, 다섯 개의 JTIs 중 ARTEMIS와 ENIAC의 경우 20개 가 넘는 회원국과 국가연합(Associated Countries)가 정회원으로 참여하고 있다. 이론상으로는 회원국에 가입하는 것이 추가적인 자원을 제공받을 수 있는 기회를 줄 뿐만 아니라 분열을 막을 수 있는 기회를 제공한다. 또한 특정분야에서 유럽 차원의 연구와 국가차원의 연구의 공동 발전을 가능하도록 한다.

하지만 현실적으로 많은 문제들이 존재한다. 회원국이 JTIs에 분담금을 납부하는 과정에서 최초의 약속된 금액을 지키지 않는 경우가 있다. 이는 몇몇 회원국이 프로젝트 선정 과정이나 기타 과정에서 그들의 요구사항이 반영되지 않는다고 생각하기 때문이다.

선정된 프로젝트를 실행하기 위해 필요한 자금 조달이 불안정하다고 보고되고 있다. 국가조직이 요청한 금액이 국가 예산을 초과할 수 있기 때문에 몇몇 회원국들은 국가조직에 대한 자금을 지원하기 어렵다. 선정된 프로젝트에 회원국들의 단체들이 포함 될 수 있지만 특정 회원국을 참여시키기 위한 예산이 충분하지 않은 경우는 드물다. 결과적으로 이러한 초국가적인 협력 프로젝트는 진행되지 못하거나 중요한 부분에서 재조정이 필요하게 된다.

원칙적으로 프로젝트에 참여하는 회원국들은 그들의 절차와 JTI와 관련된 계약조건들을 일치시키기 위해 많은 노력을 투자해야하며, 시기적절하게 재정지원을 해야 한다. 그러나 참여하는 국가들 사이에서 자금 조달 시기가 적절하지 못하거나, 일치하지 않는 것이 현실이다. 이런 문제점은 선정된 프로젝트의 원활한 시작을 방해하고, 잠재적인 참여자들의 사업 참여를 방해하는 요인이 된다.

게다가 회원국들이 부담하는 분담금의 규모와 적용되는 자금 조달 금리에 서도 차이가 발생한다. 어떤 경우는 프레임워크 프로그램보다 더 낮은 경우도 발생하고, 이로 인해 JTI 프로젝트 참여를 저해하는 요소로 작용하기도 한다.

다. 추진방식

1) 향후 JTIs에 적용이 필요한 원칙 제안

향후 이상적인 JTIs 개발을 위해 적용해야할 원칙들을 살펴보고자 한다. 이는 기존 JTI와 연구부분에서 실시된 국가적 차원의 PPPs 경험들을 토대로 도출하고자 한다.

가) 법적 구조와 정부운영 준비

일반적으로 향후 연구분야에서 PPPs와 JTIs를 준비하고 이행하기 위해 법적 기반이 간소화 될 필요가 있다. 이에 따라 ‘Community body’를 진정성 있고 균형 잡힌 파트너십이 적소에 이행할 수 있도록 ‘Community body’의 검토가 이루어져야 한다. 또한 JTIs의 예외적 활용이 이루어질 수 있도록 검토하는 방안도 이루어져야 한다.

동시에 연구분야의 PPPs는 특례가 이루어져야 하며 그에 맞는 대처가 필요하다. ‘The Triennial Review of the Framework Financial Regulation in 2010’에서는 JTIs를 포함한 PPPs를 “special bodies”로 인정하는 방안과 해당 수요를 수용하기 위한 개선된 방안도 제안하고 있다. 또한 PPPs에 EU 예산과 위원회가 기여할 수 있는 법적 토대를 설립하기 위한 방안과 PPPs에 적합한 지원 개발을 가능하게 하는 방안을 제공한다.

앞서 언급한 바와 함께 향후 연구분야의 PPPs의 운영은 현재까지의 경험을 토대로 선정한 주요 원칙에 따라 이루어져야 한다.

① 위험 허용수준과 신뢰기반 접근

Sherpas는 위험 허용수준이 높고 신뢰기반의 접근이 JTIs의 이행에 있어 효과성과 효율성을 증진시킬 수 있는 선결조건으로 명시하고 있다. 위험 허용수준과 신뢰기반 접근은 2009년 12월 3일의 Competitiveness Council의

결과와 일치하며, 공공과 민간 이해관계자들을 고려하여 신뢰를 기반으로 한 균형잡힌 파트너십을 체결할 수 있도록 노력해야한다.

② 유연성

적용을 위해 법적구조의 유형을 정의하는 부분에 있어서 유연성은 매우 중요하며 국가적 차원의 연구분야의 PPPs를 진행함에 있어서도 강조되어 왔다. 네덜란드 기관인 Leading Technological Institute(LTI)의 경우 그 정도는 상세히 규정할 수 없으나 정부운영과 멤버십 모형을 구성하는 방안이 LTI의 영향력을 극대화시킴에 있어서 중요한 부분을 차지해 왔다는 것이 밝혀졌다. 이와 달리, Australian Cooperative Research Centres의 경우 정부운영의 복잡성과 파트너의 수요에 대응하는 유연성이 부족하다는 단점이 밝혀졌다. 따라서 법적 구조를 선정함에 있어 파트너의 선호 및 참여하는 산업분야의 다양하고 특수한 수요를 만족할 수 있도록 해야 하며 앞서 언급한 어려움을 고려해야한다.

나) 운영 세부원칙

진정한 의미의 파트너십을 촉진하기 위해서는 JTIs의 운영방안이 다음의 몇 가지 기본 원칙을 준수해야 한다.

① 공개성, 투명성, 유효성, 효율성, 재정운영 건전성

국제적 상황을 통해 살펴보면 공개성, 투명성, 유효성, 효율성, 재정운영 건전성의 원칙을 이행하는 것을 촉진하기 위해서는 분명하고 효율적이며 지속성이 있는 운영 구조를 설치하는 것이 중요하다.

② 파트너들 간의 분명한 역할과 책임

파트너들 간의 분명하게 정의되고 동의가 이루어진 역할과 책임은 파트너십 형성에 있어서 필수적인 요소이다. 의제 설정과 전략적 의사결정은 공동 업무이나 민간 파트너들은 운영관리에 있어서 책임을 지녀야 하며 공공부분 파트너는 감독, 공공의 이익보호, 장기적인 지속가능한 계획수립 부분에 있어서 책임을 지녀야 한다.

③ 투명하고 유연한 고용절차

Staff Regulations를 위한 규정과 JU Offices를 위한 계획수립 및 고용절차를 이행하는 것은 파트너들 간의 변화하는 수요 및 동의를 충분히 유연하게 반영할 수 있어야 한다. 또한 공공과 민간부분의 이익을 모두 만족할 수 있는 적절한 부분을 추구하는 것이 중요하다. 민간부분은 동의된 규정에 따라 직원을 선발할 책임을 지니고 있으며 공공부분은 공개경쟁 및 투명성 하에 고용절차가 진행될 수 있도록 해야 한다.

④ 비례하는 감사와 단순한 보고절차

통제의 필요성과 더 높은 위험허용수준을 추구하는 것 사이의 적절한 균형을 유지하는 것이 중요하다. 따라서 보고 절차를 단순화 하고 기여 종류와 수준에 따라 비례하는 유연한 감사를 진행하는 것이 필요하다.

⑤ 투명하고 건전한 제안평가 시스템

선별된 제안서들은 과학적, 기술적 이점부분과 산업 관련성 부분에 있어서 모두 우수성을 지니고 있어야 한다. 이로 인해 사업 평가 절차에 있어서 산업부분과 학문부분의 전문가들을 포함해 진행하는 것이 중요하다.

⑥ 공동책임과 공동권리

동일한 절차에 투자하는 것을 피하고 운영의 효율성을 증진시키기 위해 JTIs의 인원들은 적절한 상황하에서 관련 정보기술장치와 서비스들을 참여한 파트너들에게 제공할 수 있도록 해야 한다.

⑦ 중소기업 공동체의 효과적인 참여

중소기업의 참여는 매우 중요한 부분중 하나로 JTIs는 중소기업을 위한 정책을 적용하고 중소기업의 수요를 더 적절히 반영할 수 있도록 운영을 실시해 중소기업이 JTIs 활동에 효과적으로 참여할 수 있도록 해야 한다.

다) 자금

① 장기적인 기여와 충분한 자금

장기적인 기여와 충분한 수준의 자금지원은 효과적으로 PPPs를 시행하기 위해 매우 중요하며 국가적으로 시행된 사업들을 토대로 살펴보았을 때 추가적인 자금지원이 중요함을 확인할 수 있었다. JTIs의 경우 공동체 자금지원이 민간 투자와 연구부분의 국가적 자금지원을 활용해 최대한의 성과를 달성하기 위해 적절한 체제를 정비하는 것이 필요하다.

② 경쟁력있는 자금지원률

산업부분과 연구부분의 참여를 고려했을 때 자금지원률은 Framework Programme의 수준에 상응하는 정도로 이루어져야한다.

③ 공정한 자금지원과 지속적인 운영비용 보장

자금 지원은 참여하는 모든 파트너들의 형평성을 고려해 추진되어야 한다. 또한 지속적으로 JTI가 운영될 수 있도록 운영비용이 보장되어야 한다.

라) 회원국의 참여

① 부가가치와 기여부분 반영

공동으로 자원과 전문가를 지원해 유의한 부가가치를 생성하는 경우 회원국 및 관련 국가들의 참여는 고려되어야 하는 중요한 부분이며 재정기여와 관련된 문제들은 반드시 해결되어야 할 부분이다.

② 국가적 이익의 반영

JTI 규정과 절차에 회원국의 이익을 반영하는 수단을 마련하는 것은 이들이 JTI에 모두 참여할 수 있도록 하는 유인을 만들 것이다. JTIs의 혜택과 부가적인 혜택을 설명함으로써 다른 프로그램 및 계획들과 비교를 통해 JTIs의 장점을 회원국들에게 알리는 것에 도움이 된다.

③ 국가적 절차의 조화

계약 체결에 소요되는 기간을 축소하고 참여 회원국들의 자금지원 시기를 조정하기 위해 노력해야 한다.

④ Eureka initiatives와의 면밀한 협조

본 연구 활동과 관련된 연구 활동은 범정부간 R&D 계획(Eureka)을 통해 현재 이행되고 있으며 면밀하고 효과적인 협력을 실시하는 것이 필요하다. 이는 부가가치의 발생한 경우, JTI로 적극적 통합을 실시하는 상황을 고려해 이루어져야 한다.

2) 관련 법적 절차를 고려하는 방안

그간의 경험을 토대로 PPP 연구를 이행하기 위한 법적 절차와 관련된 방안은 이상적이고 유일한 방안으로 존재하는 것은 아니다. 따라서 연구부분에 있어 유럽수준의 PPPs로 JTI가 효과적이고 효율적으로 이행될 수 있도록 필요사항과 관련된 장점과 단점을 확인하고 여러 시행 가능한 방안들을 고려하는 것이 중요하다. 이번 절에서는 Sherpas가 제안한 4가지 방안을 살펴보고 이와 관련된 국가적 연구부분의 PPPs 사례를 살펴보고자 한다.

가) 민간 법인

연구 파트너십 부분의 주요 참여자들을 모집하기 위해 국가적 차원의 민간 법인을 설립하는 것은 일반적으로 이루어지고 있는 방안이다. 해당 주체들은 일반적으로 협회, 재단, 유한책임회사의 형태를 취한다. 해당 파트너십은 일반적으로 해당 목적을 고려해 적절한 프로그램 하에서 체결되며 해당분야의 합의된 연구 안전에 기반해 파트너십체결 제안서를 제출한 공공부분과 민간 부분의 연구자들을 포함한다. 해당 파트너십을 체결한 사례로 오스트리아의 the Austrian Competence Centres 혹은 핀란드의 the Strategic Centres for Science, Technology and Innovation(SHOKs)가 있다.

The SHOKs programme in Finland

The SHOKs의 재정지원 계획은 the Finnish R&D Agency Tekes에 의해 운영되며 공공과 민간부분의 연구자들을 대상으로 SHOKs를 설립하기 위한 제안서를 제출하도록 했다. 해당 센터는 공공과 민간 연구자들을 주주로 포함한 유한회사로 설립되어 설립 후 각 SHOK 연구 프로그램 별로 3년에서 5년의 전략적 연구안건을 설정 및 도출할 수 있도록 했다. 해당 연구는 SHOK이 조정한 연구 협회에 의해 진행되었다.

공공부분의 책임자는 해당 파트너십의 지배적 역할을 수행할 수 없으며 핀란드의 SHOK의 경우 공공부분의 책임자는 운영 및 관리 부분에 참여하지 않았다. 일부 Austrian Competence Centres의 경우 지역 책임자들은 참여하기도 했으나 직접적으로 참여하기보다는 지역 연구 기관에 참여하는 방식을 통해 간접적으로 이루어졌다.

The Austrian Competence Centres and the COMET programme

Kplus와 Kind/Knet 프로그램을 통합해 만든 새로운 프로그램인 COMET 프로그램은 Competence Centres를 설립하기 위해 대학, 연구단체, 민간기업으로부터 제안서를 받았으며 일반적으로 유한책임회사 형태로 Competence Centres를 설립했다. 프로그램은 the Austrian Research Promotion Agency(FFG)를 통해 진행되었으며 연구는 자발적인 형태로 개별 센터 내부적으로 이행되었다.

민간 법인방안은 운영에 있어서 유연성과 민간 파트너가 이행할 수 있는 환경을 제공한다.

JTIs의 경우 EU와 산업부분이 JTIs를 설정함에 있어 보다 균형잡힌 파트너십을 체결할 수 있도록 제공하며 명시된 결과와 함께 실시되고 검증된 규정과 절차를 적용하여 보다 높은 확실성을 제공한다.

반면, 민간법인은 부가가치세와 기타 세금을 면제받는 EC의 특권과 면책 특권을 향유하지 못하고 각 국가의 법과 임금 조세법을 준수해야할 수 있다. 만약 해당 모형이 적용된다면 JTIs에 적용되는 규정은 JTI가 체결된 국가들에 따라 다양한 형태로 형성될 것이고 European public funds의 위험을 최소화 하는 것을 주요 목적으로 하는 Commission이 통제하는 범위는 제한적일 것이다.

나) 계약을 통한 파트너십

해당 모형에서의 파트너십은 연구자들 간의 그룹화와 제안서 선출과 자금 지원을 담당하는 공적 기관의 파트너십을 통해 이루어진다. 이는 일반적으로 파트너십의 요구에 맞춰 기존 정부 프로그램을 조정함으로써 이행된다. 공공 부분의 책임자는 파트너십 프레임워크 협약과 같이 정부 간 상호 협약을 통해 연구자들 법인과 계약을 체결한다. 연구분야에 있어 해당 유형의 민관파트너십의 예로 네덜란드의 Innovation Programmes 가 있다.

Dutch 'Innovation Programmes'

네덜란드의 'Innovation Programmes'은 주요 핵심부분의 산업주도 PPPs의 창출을 지원하고자 실시한 국가적 차원의 계획의 일부이다. 각 PPP에서 연구자들의 민간법인은 로드맵을 규정하고 특정영역의 R&D와 부가적인 혁신지원 방안과 관련된 연간 계획을 제안한다. 결국 국가적 자금지원 기관인 Agentschap NL은 연간 계획에 근거한 제안서를 요구하고 자금지원 결정을 실시한다. 연구자 단체와 국가적 자금지원 책임자들은 PPP 기간에 해당되는 전반적인 조건과 예산을 합의한 문서를 통해 상호적으로 지원한다.

해당 모형을 적용하는 것은 Commission과 연구자들의 법적 그룹 간의 협약이 결정된 것을 의미한다. 연구자들은 Commission의 승인 하에 전략적 연구 안전을 개발함에 있어 책임을 지고 Commission은 선발된 사업에 제안서를 요청하는 것을 담당하며 주로 Framework Programme(FP) 내에서 활용이 가능한 자원을 사용해 재정적 지원을 실시할 책임을 지니고 있다.

해당 방안은 두 파트너간의 협약에 있어서 자율성을 증진시키고 보다 빠른 체결이 이루어질 수 있도록 한다. 그러나 계약을 통한 파트너십은 구속력 있는 구조의 형태를 지니지 않고 있기 때문에 장기적 관점에서 파트너들 간의 기여는 보장할 수 없어 이는 법적 주체와 비교했을 때 한계점을 지니는 부분이다. 또한 종종 Framework Programme의 부담이 되는 규정과 절차들이 전적으로 적용될 수 있으며 Framework Programme의 자원에 일반적으로 의존하는 것은 정책적 우선순위의 변화로 인해 요구사항의 변화로 파트너십의 지속성을 손상시킬 수 있는 위험을 포함하고 있다.

다) 현재 재정규정 하의 공동체

공동체의 형태는 EC의 특권과 면책특권을 향유할 수 있고 프로그램에 대한 EU의 확실한 지원을 보장하며 모든 JTIs의 독립적인 위치를 조화로운 상태로 제공하는 등 다양한 장점을 지닌다.

반면 눈에 띄게 부담이 되고 느리며 자원집약적인 행정절차와 같은 일부 단점을 지니기도 한다. 보다 근본적으로 PPPs의 개념이 명시적으로 인식되어 있지 않아 기존 Financial Regulation에 JTIs가 존재하지 않으며 이는 현재까지 민간부분을 포함한 파트너십이 아닌 공공부분에 초점을 맞춰 구성되어 있기 때문이다.

라) 개정된 Financial Regulation 하의 특수법인으로서 PPP 인정

해당 방안은 JTIs를 특수법인으로 허용함으로써 PPPs를 명시적으로 인정하는 것으로 현재 Financial Regulation의 한계를 극복하고 PPPs의 특수성을 고려하는 방안이다.

3년마다 Framework Financial Regulation을 개정하는 것은 현재 계속해서 진행되고 있으며 2010년에 개정판에서는 PPPs와 JTIs를 특수법인으로 인정하고자 하며 선별된 업무를 이행할 수 있도록 하고 연구 PPPs의 특수성을 수용하고 JTIs를 위한 새로운 틀을 제공하기 위한 방안을 개발할 것이다.

이러한 방안은 공동체 접근에서 지니는 장점과 PPPs의 특수성을 인정하는 장점을 지니나 효과적으로 새로운 틀을 설정하기 위해 상당한 업무량과 시간이 요구된다.

부 록 5. 경쟁형 국가 R&D

가. 국가R&D 경쟁형 기획과 관리

1) 경쟁형 R&D 도입이 적합한 사업(분야)

경쟁형 R&D는 다양한 연구진이 참여하여 융합 및 다학제적 연구가 필요한 응용개발 및 기술 사업화 분야와 연구성과의 조기달성이 가능한 분야에 한하여 추진할 필요가 있다. 또한 ‘경쟁’과 ‘협력’을 통해 국가 R&D사업의 질적 역량을 향상시키고 진입장벽을 낮춰 다양한 연구자의 창의적이고 도전적인 연구역량을 발휘할 수 있는 경우, 즉 연구의 접근방식과 연구방법론이 다양한 경우 경쟁형 R&D 도입이 적합한 사업 분야라고 할 수 있다.

2) 경쟁형 R&D 추진시 고려사항

경쟁형 R&D는 연구결과의 불확실성이 높은 고위험의 선도형 연구분야에 적합할 수 있기 때문에 기술수요조사(Bottom-up)를 통해 후보 POOL을 구축하여 Middle-up/down 방식 즉 사업의 특정 목적만 지정하고 세부 개발 방식(기술)은 연구자가 결정하는 방향으로 추진할 필요가 있다. 경쟁형 R&D를 추진함에 있어서는 특화된 사업특성에 맞는 구체적인 이행방안이 수반되어야 하므로 평가 시 목표의 달성여부 및 성과의 유용성적 측면을 고려할 필요성이 있다. 따라서 평가위원의 역할을 확대하고 연구목표·내용 수정, 성실수행 인정 등에 대한 유연성과 평가단(모니터링단)의 적극적 의견 개진이 필요하다. 특히 ‘무빙 타겟’ 등 목표 및 연구계획 수정의 적정성 평가를 통해 효율적 경쟁을 유도할 수 있는 제도적 장치를 마련하는 것이 필요하다.

또한 도전적 연구를 촉진하기 위한 ‘목표조기달성제도’ 및 ‘목표수정인정제도’, ‘성실실패인정제도’ 등의 제도적 마련을 통해 경쟁기획 중심에서 연구수행 단계의 경쟁형 R&D로 확대하여 연구의 방법론과 지원사업단 구성을 통한 고도화된 ‘토너먼트형 수행’ 과 ‘병렬형 수행’으로 진행할 필요가 있다.

그 외에 경쟁형 R&D에서 연구몰입환경 조성을 위해서 연구비 집행과 관련된 행정의 간소화, 필요에 따라 Grant 제도 도입(소액의 기획과제), 다년과제의 경우 연차별 연구비 자율 구성 및 집행 등의 자율권 강화도 고려할 필요성이 있다.

<부표 5-1> 경쟁형 R&D 추진 모델

구분	주요 내용	비고
경쟁기획	<ul style="list-style-type: none"> 과제기획단계에서 2~4배수의 연구기관을 선정하여 기획연구를 수행토록하고 기획 결과를 평가하여 실제 연구개발 수행기관 선정 	대형사업 중·장기사업
토너먼트	<ul style="list-style-type: none"> 대형 프로젝트에 대하여 과제기획, 원천기술개발, 응용기술개발 쏘단계별로 중간 평가를 통해 차례로 일부가 탈락 	대형사업 중·장기사업
후불형 서바이벌	<ul style="list-style-type: none"> 다수의 연구단이 동일 연구과제를 수행한 후, 최종 결과물의 우수성을 평가하여 결과에 따라 연구비 차등 지급 	소형사업 단기사업
병렬형 과제수행	<ul style="list-style-type: none"> 동일한 연구목표로 서로 다른 접근방식의 과제를 각각 수행하고 중간평가 결과 우수한 과제를 선정하여 지속 지원 	중소형사업 중·단기사업

나. 경쟁형 R&D 추진 사례

1) 국내·외 사례

미국의 경우 국방고등연구기획국(DARPA)에서 실시하고 있는 DARPA 토너먼트 방식을 사례로 들 수 있다. DARPA 토너먼트 방식은 특정 프로젝트에 대하여 과제기획, 원천기술개발, 응용기술개발 단계별로 중간 평가를 통해 일부과제를 탈락시키는 방식이다. 최초에 4~5배수의 연구기관을 선정하여 단계마다 차례대로 탈락하고 최종 연구단계까지 2배수 정도의 연구기관이 경쟁한다. 일반적으로 고위험의 선도형 장기 대형 프로젝트에 적용하고 있다. 해당 방식의 경우 연구개발 전체 프로세스에 경쟁방식을 적용하는 유형으로 경쟁효과를 극대화 할 수 있으나 상대적으로 많은 예산이 소요되는 특징을 지니고 있다.

<부표 5-2> DARPA의 대형 R&D 프로그램 HPCS(고성능 연산 시스템) 예시

단계 \ 개발기관		IBM 사	CRAY 사	SUN 사	HP 사	SGI 사
Phase I (‘02~‘03)	컨셉 스터디	\$2~3M	\$2~3M	\$2~3M	\$2~3M	\$2~3M
Phase II (‘03~‘06)	세부디자인 완료 및 리스크 감소	PERCS 시스템 \$53.3M	Cascade 시스템 \$43.1M	HERO 시스템 \$49.7M	탈락	탈락
Phase III (‘06~‘10)	프로토타입과 파일럿시스템 개발완료	‘Road runner’ 개발 \$244M	‘Jaguar’ 개발 \$250M	탈락		

일본의 경우 일본 신에너지 산업기술종합개발기구에서 실시하고 있는 NEDO 산학협력 컨소시엄 경쟁방식을 사례로 들 수 있다. NEDO의 국가 프로젝트 추진은 하향식과 상향식으로 운영되는데, 이때 과제 기획 및 과제 책임자 선정 시 사업목적에 따라 사업을 구분하고 각 사업별로 차별화된 R&D 관리체계를 적용한다.⁶³⁾ NEDO의 산학협력 컨소시엄 구조는 프로젝트 리더의 지휘 하에 여러 기업과 대학·연구소가 컨소시엄 구조로 연구를 시행하고, 어려운 기술적 문제를 해결하기 위해 산학협력을 통한 노하우의 원활한 교환 및 활발한 촉진이 주된 특징이며 경쟁형 구조는 다양한 주제에 대해 연구팀 사이의 경쟁을 촉진하는 유연한 구조이다.⁶⁴⁾ 기술개발 프로젝트 참가자를 선발하는 과정에서 대중의 요구를 상당부분 반영할 뿐만 아니라, 국제표준에 입각한 외부 정보들을 적극 수용하여 효율적인 기술개발 과정을 구축하는 특징을 지니고 있다. NEDO 기술개발 구조의 성공적인 정착은 효율적인 기술프로젝트 관리과정이 “선택과 집중”이 반영된 기술개발 과정과 투자 촉진을 선도한다는 것을 증명한다고 할 수 있다.⁶⁵⁾

우리나라의 경우 산업부의 미래산업선도 기술개발사업 형태인 경쟁기획 방식, 미래부 WBS 시범사업의 후불형 서바이벌 방식, 산업부 산업융합원천기술개발 중 일부과제에 적용되고 있는 병렬형 과제 수행 방식을 실시하고 있다.

경쟁기획 방식은 과제기획단계에서 2~4배수의 연구기관을 선정하여 기획

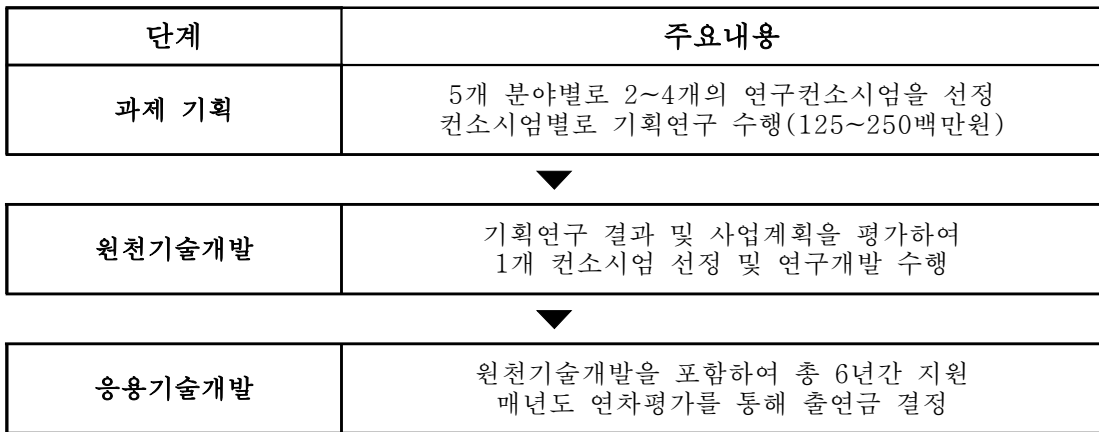
63) 중소기업연구원, 2014

64) 중소기업연구원, 2014

65) NEDO, 2013

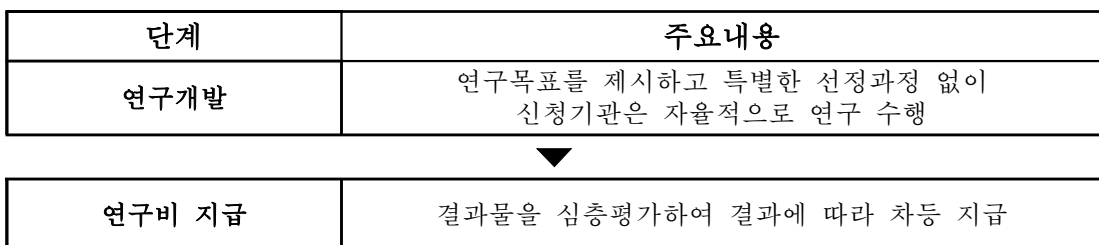
연구를 수행토록 하고 기획 결과를 평가하여 실제 연구개발 수행기관을 선정하는 방식이다. 이때 경쟁방식은 연구비 규모가 작은 과제 기획단계⁶⁶⁾에 서만 적용하고 있다. 이는 과제기획단계에 경쟁방식을 적용하여 추가 예산소 요는 크지 않으며 내실 있는 기획을 통해 과제 성공률을 제고할 수 있는 특 징을 지니고 있다.

<부표 5-3> 미래산업선도기술개발사업(신시장창출형) 진행 프로세스



후불형 서바이벌 방식은 다수의 연구단이 동일한 연구과제를 수행한 후 최 종 결과물의 우수성을 평가하여 결과에 따라 연구비를 차등 지급하는 방식 을 말한다. 최우수의 경우 연구비의 120%, 2등의 경우 연구비의 100%, 기 타 목표달성 기관의 경우 나머지 예산의 1/n을 지급한다. 즉 일반적인 연구 비 지급 후 연구수행이 아니라, 자체적으로 연구개발을 수행한 이후에 결과 에 따라 연구비를 지급하는 후불 형태로 실시되며 이때 사업추진 근거 법령 에 후불지급방식에 대한 근거조항이 필요하다. 특별한 단계구분 없이 연구개 발 전 과정에 경쟁방식을 적용할 수 있어 비교적 규모가 작은 SW분야 등에 적합한 특징을 지니고 있다.

<부표 5-4> 미래부 후불형 서바이벌 R&D 진행 프로세스



66) 과제기획 단계의 범위는 기존 전문기관의 과제기획 수준까지 포함가능

병렬형 과제 수행 방식은 동일한 연구목표로 서로 다른 접근방식의 과제를 각각 수행하고 중간평가 결과 우수한 과제를 선정하여 지속적으로 지원을 실시하는 방식이다. 과제공고 및 선정은 동일하게 이루어지나 병렬형 과제에 대해서는 중간평가 후 1개 과제만 지속적으로 지원을 실시한다. 단, 필요시 각각의 장단점을 보완하여 통합추진하거나 지속적인 병행도 가능하다. 동일 연구목표에 대한 다양한 접근방식간의 우열을 가리기 힘들 경우 적용이 가능한 특징을 지니고 있다.

<부표 5-5> 산업부 병렬형 과제수행 예시

구분	연구과제		
병렬수행	연구 목표	인간모사형 자가학습 지능원천 기술개발	인간모사형 자가학습 지능원천 기술개발
	접근 방식	Symbolic-Approach 기반	Non-Symbolic-Approach 기반
▼			
단독수행	2년간 병렬수행이후 평가를 통해 1개 과제 지속지원		

2) 기획 방식과 사업 추진 전략 구조

사업특성에 따른 기획방식은 하향식(Top down), 아젠다지정형(Middle down), 상향식(Bottom up)으로 나누어 살펴볼 수 있다. 하향식은 중장기전략상 로드맵, 선행 기획(정책)과제 수행, 예산요구서 등 기 수립된 계획에 의거하여 추진되는 사업 및 과제기획의 경우 적용되는 기획방식이고 아젠다 지정형은 아젠다 도출, 품목지정 등 주제선정 후 연구자의 창의적 연구방법을 적용하여 과제를 기획할 필요성이 있는 경우 적용되는 기획방식이다. 상향식은 사업철학에 부합되는 제안자의 자유로운 아이디어에 기반해 과제를 공모하는 기획방식으로 국책사업의 경우 기획과제 공모 후 경쟁 기획 방식으로 운영을 실시하고 기초연구사업의 경우 연구자의 제안에 따라 과제를 추진한다. 주요 사업별 기획방식 적용 사례는 다음과 같다.

<부표 5-6> 주요 사업별 기획방식 적용 사례

사업명	기획방식	비고
전통문화융합연구사업	Top-down/ Middle-down 병행	일부 기술 Top-down 일부 분야 Middle down
신산업프로젝트	Middle-down	기술사업화 전문가단 운영
과학기술인문융합연구사업	Bottom-up	경쟁형 기획 후 선정과제 토너먼트식 경쟁
미래소재 디스커버리사업	Middle-down	경쟁형 기획 후 집중지원
사회과학연구지원사업(SSK)	Middle down	과제간 연합가능

다. 전통문화융합연구사업 사례

1) 경쟁형 R&D 구조적 특징과 현황(전통문화)

전통문화 자원은 우리 생활양식(衣食住)의 기반이자, 세계적 공감대와 독점적 신시장 및 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 잠재력을 보유하고 있으며,⁶⁷⁾ 전통문화 원형의 보존·복원을 넘어 산업적 가치를 ‘재발견’ 하고 아이디어와 신기술을 접목해 현대적인 ‘재해석’ 및 적극적 ‘재창조’ 시도가 필요한 상황이다. 이에 따라 전통문화자원과 첨단과학기술 융·복합을 통해 전통문화 산업을 고도화하고 고부가가치 신제품 및 시장 창출을 통해 전통문화의 대중화·산업화를 촉진하고자 한다.

전통문화융합연구사업은 원천기술 확보 단계, 제품화 연계과정, 산학연 협동연구를 통해 실시된다. 우선 원천기술 확보를 통해 전통 소재와 기술의 기술적 한계를 극복하고 프리미엄 신제품 및 시장 창출이 가능하도록 파급력이 높은 원천 신소재와 기술을 개발하고자 한다. 이때 단일제품화를 위한 기술개발보다는 다양한 산업과 제품에 확대 적용이 가능한 플랫폼형 기술개발을 지향하고자 한다. 제품화 연계 단계에서는 원천기술(1단계) 기반으로 전통문화자원을 고부가가치화하기 위해 산업적 활용분야를 구체화하고 사업화 후속개발(2단계)을 추진한다. 또한 산학연 협동연구에서는 R&D 초기부터 전통 소재·기술 노하우를 가진 장인, 제조·생산기업, 대학·출연연, 사업화 지원기관 등과 함께 융합 및 협동연구를 실시할 수 있는 체계를 구축한다. 또한

67) 온돌은 국내 복사난방시스템으로서 국제표준으로 채택('08), 미국시장에서 연 20% 성장하고 있으며 김치는 다양한 효능(항암, 성인병 예방 등)을 보유하고 있으며 1.07억달러 수출실적을 달성했다('12)

필요시 신제품·기술에 문화적 가치를 입힐 수 있도록 문화·예술·인문·역사학계 전문가 등이 참여하는 스토리텔링 연구를 병행 추진한다.

(①단계) 원천기술 개발(2~3년)	(②단계) 원천기술 개발(1~2년)
- 원천 신소재·기술 개발 - 타겟(시장·제품) 구체화 및 사업화 검증	- 제품화양산공정 개발 등 - 기술사업화 촉진(기술이전, 창업 등)

경쟁형 R&D의 특성 및 방향성을 살펴보면 우수하고 공정한 방식의 아이디어 선정에 위해 ‘Blind Test’ 방식을 통해 1차 우수 아이디어를 선정한다. 그 후 연구단 선정 이전 연구자가 수행하는 자체 先기획연구 과정에 대한 연구계획서를 제출하여 심도 있는 기획연구를 추진한 후 先기획연구 결과를 바탕으로 사업 취지와 목적에 적합한 연구단을 선정한다. ‘16년에는 10개(과제당 30백만원 내외)의 先기획연구 과제를 선정했다.

<부표 5-7> 전통문화융합연구사업의 단계별 특성

단계별 특징	주요 내용	비고
연구 아이디어 도출	- 산학연 연구현장 연구자를 대상으로 창의적 아이디어 조사(Bottom-up) - Blind Test를 통해 우수아이디어 발굴, 기획연구로 연계	NRF (공고)
▼		
先기획연구	- 연구자에 의한 先기획연구(3개월 내외) - 전통문화의 창조적 발전을 위한 연구단별 연구진 편성, 연구에 대한 분석 등 추진체계 등에 대한 상세기획 수행	연구자 자체 기획연구 수행
▼		
연구단 선정 · 연구 착수(後연구)	- 명확한 사업목표 : 신시장, 신제품개발 등 (TRL 7수준) - 연구수행 단계를 3단계로 구분하여 단계별 추진 · 주제 통합가능성이 있는 경우, 통합추진 가능	연구단 출범 및 연구착수

라. 신산업창조프로젝트 사례

1) 경쟁형 R&D의 구조적 특성과 현황 (신산업창조)

신산업창조 프로젝트는 성과창출이 미흡한 융합형 R&D의 한계를 개선하고, 분절형 기술사업화 지원 방식에 대한 대안마련이 필요한 상황과 창조경제형 신시장 및 신산업 창출방식에 부합하고, 신속한 기술사업화를 유인하는 새로운 방식(R&D-사업화 동시 지원)의 사업도입이 시급한 상황에서 미래

시장을 선도할 융합기술을 발굴하여 단기간 내에 新산업을 견인할 수 있는 융합형 新제품·서비스를 창출하는 것을 목적으로 한다.

추진 기본 방향의 설정 및 전략은 TLO사업 연계, 멘토링 사업, 사업화 지원, 기관간 경쟁과 협력 R&D 부분으로 나누어 살펴볼 수 있다. 우선 TLO사업 연계는 대학 및 출연연 등의 기술사업화를 지원하는 TLO 조직이 기술사업화 과정상 법적/행정적 업무 중심의 지원 역할을 수행한다. 다만, 사업화 방향 및 전략 수립 과정에는 참여하지 않는 한계를 보유하고 있다. TLO를 보완한 멘토링 방식은 과제 단위의 기술사업화 컨설팅을 수행하나, 마케팅 전문가 인력 중심의 개인 역량에 좌우되어 다양한 기술사업화 문제를 해결함에 있어 한계를 지니고 있다. 기술사업화 전문기관의 조직적 참여를 통한 사업화 지원은 기관의 사업화 전문영역에 따라 지원 범위가 제한적이며, 사업화 기획 과정에서의 BM 수립 등을 중심으로 지원하여 전주기에 걸친 적극적 변화관리 역할 수행에는 한계점을 지니고 있다. 기관간 경쟁과 협력 R&D는 관리기관의 역할 분담을 통해 연구지원의 관리적 측면에서 경쟁형 R&D를 고도화하는 것으로 한국연구재단은 진흥원 사업관리 모니터링 및 지원을 실시하고, 연구성과실용화진흥원은 사업단 및 전문가단의 관리 및 운영을 지원하며, 기술사업화전문가단은 사업단 발굴 및 기술사업화를 지원한다.

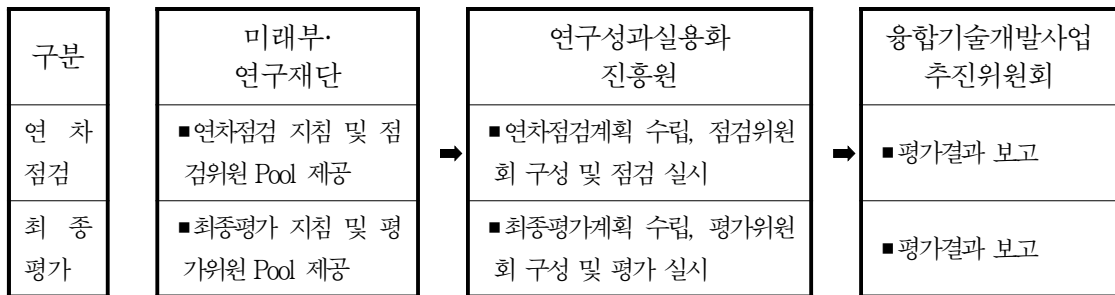
관리적 측면에서 경쟁형 R&D는 기술사업화 전문가 별도선정, 기술사업화 전문가단의 역할, 계속과제 사업관리의 차별성, 사업화전문가 및 외부전문가 이원화 부분에서 특수성을 지닌다. 기술사업화 전문가 별도선정 부분을 살펴보면 기술사업화 역량, 지식, 노하우, 네트워크를 보유한 최정예 민간 전문가로 구성된 기술사업화 전문가단을 선정하는 특징을 지닌다. 기술사업화 전문가단의 역할 부분을 살펴보면 단순 R&D 과제선정방식을 개선하여 기술사업화 전문가단이 新시장산업 창출효과가 큰 플랫폼형 융합과제(사업단)를 선정하는 특징을 지닌다.

<부표 5-8> 기술사업화 전문가단의 역할

평가단계	평가방법	평가주체
1차 제안서(서면) 평가	- 외부 전문가로 구성된 평가위원회를 통한 서류 평가	1차 평가위원회
▼		
2차(발표) 평가	- 외부 전문가로 구성된 평가위원회에서 발표 평가 실시	2차 평가위원회
▼		
2차(발표) 평가 검토	- 평가지표의 최고, 최저점을 제외한 산술평균 값으로 종합점수 산출 및 순위 결정	연구성과 실용화진흥원
▼		
최종선정	- 2차 발표평가 결과를 기준으로 융합추진위원회에서 전문가단 최종선정	미래부 (융합추진위)

계속과제 사업관리의 차별성 부분을 살펴보면 연구성과 실용화 진흥원에서 수립한 평가계획 검토·보완 및 평가위원 Pool 지원 등을 총괄관리하며 이때 평가항목, 평가지표, 평가일정 등 구체적인 평가계획을 수립한 후 추진한다.

<부표 5-9> 계속 과제 사업관리의 차별성



사업화전문가 및 외부전문가 이원화 부분을 살펴보면 사업화전문가단은 연차·실적계획서를 통해 자체 서면점검을 실시(20%)하고 외부전문가는 계획 대비 추진 실적 및 차년도 계획, 2년 내 사업화 실현 가능성, 시제품에 대한 시장의 반응(제품의 시장성) 등을 평가(80%)한다.

마. 과학기술인문융합연구사업 사례

1) 경쟁형 R&D의 구조적 특성과 현황(과학기술인문융합)

과학기술인문융합연구사업의 경쟁형 R&D는 과학기술·인문·사회·예술 분야의 공동기획 체계 마련 및 중점추진 분야별 종합솔루션 시나리오의 구체화가 필요한 상황에서 '16년 시범사업을 통해 융합방법론 모색 및 실현, 새로운 문제 접근법 및 문제 해결 가능성을 검증하고 본 사업을 추진하기 위한 기반을 마련했다. 특히 현대사회가 복잡계형태로 진화하고 글로벌 경쟁이 심화됨에 따라 가변적이고 비선형적인 특성을 나타내고 있어 단일한 방법으로 이슈해결이 어려운 상황에서 '기술중심'의 R&D 외 다양한 접근법이 요구된다.

연구사업을 추진함에 있어 연구과정에서 발생하는 다양한 문제와 기회를 보다 잘 예측·관리하고, 변화하는 지식·환경에 신속히 적응·대응할 수 있는 기획을 실시하기 위해 상·하향 혼합 기획을 실시하고 아이디어 독창성·실현가능성, 공동연구단 구성, 추진체계 적절성 및 종합 솔루션 도출방향 등을 대상으로 평가하여 사업을 선정한다. 보다 구체적으로 사업목적의 부합성, 종합 솔루션의 구체성·명확성·실현가능성, 연구단 구성 적절성(인문·예술분야의 역할과 참여), 연구책임자의 융합 리더십, 융합연구 촉진을 위한 인프라/HW/SW 운영 방안, 기대효과 등을 고려한다.

시범사업을 통한 경쟁력 제고, 선별적 챌린지 미션, 종합 솔루션의 가치평가 부분에서 과학기술인문융합연구사업의 경쟁형 R&D의 특성 및 방향성을 살펴볼 수 있다. 시범사업을 통한 경쟁력 제고 부분은 시범추진분야에 대한 문제해결이 가능한 세부과제의 발굴과 종합솔루션 아이디어 구체화 및 구현을 위한 시나리오를 도출해 시범사업이후 본연구로 연결하기 위한 기반을 마련하고, 인문·기술 융합 활성화 및 융합R&D에 대한 대국민 인식을 제고하고자 한다. 선별적 챌린지 미션은 다양한 연구주제, 연구방법 등의 경쟁을 통한 연구수행을 진행하며 시범단계는 주제·아이디어 복수지원으로 문제해결 방법을 경쟁하고 본 연구는 가능성 높은 연구단을 선별해 확대지원한다. 종합 솔루션의 가치평가는 기술개발성과의 정량평가를 넘어, 문제해결을 위한 솔루션제공, 사회(공공복지)·경제(기술이전) 가치에 대한 정성·질적 평가를 실시한다.

연구단의 선정은 토너먼트 방식으로 이루어지며 3단계(탐색연구→본연구→심화연구) 경쟁방식으로 추진하여, 경쟁을 통해 단계적으로 연구단의 단일화 및 규모확대를 추구한다. 이때 탐색연구단계에서는 지정된 중점분야별 4개 복수(병렬형)의 연구단을 선정하여 동일주제에 대한 다양한 접근법을 통한

탐색적 연구를 수행한다. 본연구 및 심화연구에서는 각 단계별 연구성과 평가를 통해 주제별 단일 연구단을 선정하여 연구비를 증액 편성함으로써 심층적 연구를 수행할 수 있도록 한다. 단계별 탈락되는 연구단의 경우 주제의 통합가능성을 고려하여 생존 연구단과 성과를 통합하여 추진한다. 보다 구체적으로 살펴보면 1단계(기초탐색), 2단계(TRL4, 원천기술), 3단계(TRL7, 프로토타입)로 성과목표를 규정해 각 단계에서 탈락하는 연구단의 경우 중도포기 또는 생존연구단 통합 여부를 협의하여 추진한다.

시범추진 분야의 발굴 및 선정은 주제의 시의성, 융합성, 공공성을 기준으로 분야별 특성에 따라 각 기준의 비중을 달리하여 선정한다. 시범 분야의 선정은 사회이슈, R&D수요분석, 미래이슈, 정부정책기조 등을 반영하고 타사업과의 중복성을 제외하여 도출한다.

<부표 5-10> 2016년도 시범사업 추진분야 선정 방법

후보군 발굴	사회이슈 스캐닝 국내 주요일간지 이슈키워드 총10만건 분석	R&D 과제 키워드 인문·기술 R&D 수요 64개 과제 내 총 567개 키워드	미래이슈분석 경제(6개), 사회(10개), 환경(7개), 정치(5개) 등 총28개 이슈
↓	중독,소외(2개분야)	정보통신, 감성, 심리, 인지, 콘텐츠, 개인안전, 주거, 심리치료, 고고학 (9개 분야)	디지털경제, 불평등 문제, 젠더이슈, 식량안보, 생태복지, 전자민주주의, 학력중심 교육 (7개 분야)
↓	총 17개 우선순위 선정		
중복성 검토	중복배제 및 분야 통합을 통한 10대 분야 도출 심리장애회복, 사회적 배려, 생활안전, 여가 향상, 인간친화 공간설계, 생태복지, 전자민주주의, Edu-Tech, 주거환경 개선, 식량안보,		
↓	8대 분야 확정 3차 과학기술기본계획('13-'17) 상 5대 국가전략* 및 박근혜 정부의 '문화융성'분야에 대한 국정기조 등 고려		

주: * 5대 국가전략분야: IT융합신산업창출, 미래성장동력확충, 깨끗하고 편리한 환경조성, 건강장수시대 구현, 걱정없는 안전사회 구축

심리장애회복, 사회적배려, 생활안전, 여가향상, Edu-Tech, 인간친화 공간설계, 주거환경 개선, 생태복지 등 8개 분야에서 시범적으로 추진하며 원천기술개발, 사회적 원인탐색, 정책방안 등 개별연구는 추진되고 있으나, 실질적 문제해결을 위한 통합적 솔루션이 필요한 분야다.

<부표 5-11> 8대 중점추진 분야 설정을 통한 분야별 경쟁기획

중점 분야	구분	내용		
(1) 심리장애회복	개요	• 현대사회에서 심화되고 있는 심리적 문제 해결을 위한 R&D		
	대상	• 중독, 불안, 갈등, 스트레스 등		
	선정 기준	시의성 +++	공공성 +++	인문 융합성 +++
(2) 사회적 배려	개요	• 고령화, 다문화, 개인화 등 환경변화로 인한 사회적 소외문제해결을 위한 R&D		
	대상	• 아동, 장애인, 노인, 저소득층, 젠더 이슈 등		
	선정 기준	시의성 +++	공공성 +++	인문 융합성 +++
(3) 생활 안전	개요	• 생활환경 속에서 개인 불안문제해결을 위해 필요한 대안마련을 추구하는 R&D		
	대상	• 교통, 공공장소, 가정, 직업, 식품안전 등		
	선정 기준	시의성 +++	공공성 +++	인문 융합성 ++
(4) 여가 향상	개요	• 인간의 삶의 질 관련 문화·예술·관광·스포츠 여가 향상을 위한 R&D		
	대상	• 영화, 음악, 게임, 관광 등 디지털 기술 및 콘텐츠(스포츠 운동능력 향상 포함)		
	선정 기준	시의성 +	공공성 ++	인문 융합성 +++
(5) Edu-Tech	개요	• 개인의 학습능력 향상을 위한 학습과 평가방식 전환을 위한 R&D		
	대상	• 아동, 청소년 등 Target 별 학습동기·소통·체험을 통한 교육 시스템 전환		
	선정 기준	시의성 +++	공공성 +++	인문 융합성 +++
(6) 인간친화 공간설계	개요	• 인간의 신체활동을 통합적으로 진단하고 공간 활용에 대한 최적화 맞춤 R&D		
	대상	• 건축(사무실, 가정), 예술, 환경(Eco) 공간 설계		
	선정 기준	시의성 +	공공성 ++	인문 융합성 +++
(7) 주거환경개선	개요	• 주거 환경·시설에서 발생하는 문제 해결을 위한 R&D		
	대상	• 시설(노후시설, 누수 등) 및 주차 문제 • 이웃간 분쟁(층간소음, 반려동물 등)		
	선정 기준	시의성 +	공공성 +++	인문 융합성 ++
(8) 생태복지	개요	• 인간과 자연의 공생 및 생물자원 확보를 통한 경제가치 향상을 위한 R&D		
	대상	• 생태계교란, 생물자원확보		
	선정 기준	시의성 +++	공공성 +++	인문 융합성 +++

바. 미래소재디스커버리사업 사례

1) 경쟁형 R&D의 구조적 특성과 현황(미래소재디스커버리)

지식재산이 기업의 경쟁력을 좌우하는 창조경제시대가 도래함에 따라, 실험분야의 창의적 아이디어와 ICT 기반 소재설계기술을 융합하여 미래 신산업과 일자리창출의 씨앗을 제공하는 소재 R&D 사업의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 미래소재 디스커버리사업에 경쟁형 R&D를 도입하여 구조·환경, IT, 화학 등 다양한 분야에서 기존에 존재하지 않는 새로운 물성을 구현하는 소재 원천기술을 개발함으로써 국가 산업경쟁력이 확대될 것으로 기대된다.

경쟁형 R&D를 추진함에 있어 정교하고 심도 있는 先기획연구를 통해 사업 초기에 우수 연구단을 출범시키고 당초 사업 목표에 부합한 사업을 조기 연착륙할 수 있도록 정교한 先기획연구를 실시한다. 또한 연구·산업현장의 기술 수요와 우수 아이디어를 최대한 발굴하기 위해 연구자들이 최대한 진입할 수 있는 기회를 부여하고 심층적 평가와 전문적 분석을 통해 소재분야의 신물질 개발과 원천기술 확보를 견인하고자 한다.

미래소재 디스커버리사업의 경쟁형 R&D는 산업현장의 1차 아이디어 공모 방식(Bottom-up), 1차 아이디어 선정 과제에 한해 先기획연구, 先기획연구 과제에 後 연구를 실시하는 특성을 지니고 있다. 소재분야의 창의적 아이디어와 ICT 기반 소재설계기술을 융합하여 미래 신산업과 일자리창출의 씨앗을 제공하는 소재 R&D 실현을 위해 연구·산업 현장의 창의적 아이디어를 공모하는 bottom-up 방식의 사업을 추진하고 1차 선정된 우수 아이디어에 대해서는 연구단 선정 이전 연구자가 수행하는 자체 先기획연구 과정을 통해 신물질·신연구방법론 구현을 위한 심도 있는 기획연구를 추진한다. '16년에는 先기획연구로 9개(과제당 50백만원 내외) 과제를 선정해 실시했다. 先기획연구 과제에 後 연구 방식에 따라 신연구개발방법론 활용방안, 신소재 설계 가능성 입증, 원천특허 확보 가능성, 사회경제적 파급효과 등을 종합적으로 평가하여 미래소재연구단을 선정한다. 해당연도 연구단 선정에 탈락된 先기획연구 중 일정등급 이상의 과제에 대하여는 차년도 연구단 선정 시 재지원 기회를 부여할 수 있으며 일정등급은 선정평가계획에 따른다.

<부표 5-12> 미래소재디스커버리사업의 단계별 특성

단계별 특징	주요 내용	비고
연구 아이디어 도출	· 산학연 연구현장 연구자를 대상으로 창의적 아이디어 조사(Bottom-up) Blind Test를 통해 우수아이디어 발굴, 기획연구로 연계	NRF (공고)
▼		
先기획연구	· 연구자에 의한 先기획연구(5개월 내외) 신연구개발방법론, 신소재 설계가능성, 원천특허확보 가능성 등에 대한 상세기획 수행	연구자 자체 기획연구
▼		
연구단 선정 · 연구착수(後연구)	· 명확한 사업목표 : 신물질, 신연구방법론 실현, 소재분야국제원천 특허 확보 목표 / 연구수행 단계를 2단계로 구분하여 단계별 추진(3년+3년) · 연구단별 연간 15억 내외 지원 / 1단계평가 후 2단계진입 여부 확정, 성공한 연구단의 연구내용은 타 R&D 사업 및 사업화 연계	미래소재 연구단 출범 및 연구착수

<부표 5-13> 先기획연구 대상과제(평가항목 및 지표)

1차 서면평가 (Blind test)	2차 발표평가 (패널평가)
<ul style="list-style-type: none"> - 제안 소재기술의 창의성, 탁월성 (60) - 사업취지와와의 부합성(20) - 성공가능성, 기대효과(20) 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 先기획연구진의 탁월성(30) - 先기획연구계획, 전략의 타당성, 창의성(50) - 先기획연구결과의 파급성 및 기대효과 등 (20)

<부표 5-14> 신규 연구단(평가항목 및 지표)

평가부문	평가항목 및 평가지표	배점
先기획연구의 우수성 (30점)	- 先기획연구 과정의 객관성 및 추진체계의 적절성	15
	- 先기획연구 결과의 충실성	15
소재기술의 원천성 및 파급효과(50점)	- 개발 기술의 창의성 및 원천성	15
	- 개발 기술 목표의 구체성, 명확성	15
	- 기대되는 기술의 파급성, 탁월성 및 시장 가치성	20
연구단 체계 및 지원환경의 우수성 (20점)	- 연구책임자 및 연구진 구성의 우수성	15
	- 연구목표 달성 시 혁신적 기대효과 창출 가능성	5
	- 연구기반 구축 및 주관연구기관의 지원 의지	
	- 지재권 출원 등록비 예산 지원 의지 등	

소재산업의 경쟁력을 확보하기 위해 新연구방법론을 활용해 소재분야 Quantum Jump 및 연구효율성을 고취하고자 한다. 특히 전산재료과학, 조합 실험법, 당중분석법 등 창의적인 새로운 연구방법론 활용으로 소재기술의 대도약을 추진하고자 한다.

사. 사회과학연구지원(SSK)사업 사례

1) 경쟁형 R&D의 구조적 특성과 현황

한국경제와 과학기술의 발전 수준에 걸 맞는 한국사회의 품격과 사회과학적 역할이 필요하나 사회과학적 의식수준은 낮은 실정이다. 특히 급속하게 진행되는 저출산·고령화 문제 및 다문화와 한국의 정체성 문제, 다중격차와 양극화 문제에서 알 수 있듯이 현재까지도 뚜렷한 미래 한국사회의 비전을 제시할 필요성이 있다. 이에 따라 사회과학분야 학술연구의 체계적 지원을 통해 사회과학 연구의 학문적 자생력을 강화해 차세대 사회과학자를 양성하고 국가·사회 수요(문제)에 대응할 수 있는 세계적 수준의 학제적·융합적 연구집단(Think Tank)을 육성해 미래사회 예측·설계 기반을 조성하고자 한다.

유사 Agenda를 연구하는 연구팀을 중심으로 엄정한 연차 및 단계평가를 거쳐 연구역량을 강화하여 연구진의 자발적 흡수, 통합을 통해 장기적으로는 대형 집단연구 체제로 전환하는 것이 동사업의 핵심적인 특성이라 할 수 있다. 또한 국가·사회 수요(문제)에 대응할 수 있는 세계적 수준의 학제적·융합적 연구집단(Think Tank) 육성을 통하여 미래 한국사회를 예측·설계하고 연구진행의 폐쇄성을 극복하며 지속적인 연구동향 공유 및 네트워크를 통해 Agenda 중심의 열린 연구를 추구하고자 한다. 즉, 발굴 - 경쟁 - 집중 - 심화로 이어지는 진화형 사업을 진행하고자 한다.

사회과학연구지원(SSK)사업의 경쟁형 R&D는 단계적 성장(소형 → 중형 → 대형)을 통한 Agenda 중심의 융합연구 촉진하며 연차 및 단계평가를 실시하고, 평가에서 탈락된 과제에 연구비를 우수 집단에 증액 배정하여 경쟁력을 제고하는 인센티브 메커니즘을 지닌다. 이때 각 단계의 2년 차 연차평가 시 하위 20% 내외의 연구팀이 탈락하고 각 단계 진입을 위한 단계평가를 통해 이전 단계 연구팀·단 수의 약 50%를 다음단계 단·센터 운영 목표로 설정한다. 또한 연구팀 간 자발적 교류연구 및 융합·소통 지원의 장(네트워크)을 제공하여 자발적 융합을 통한 성장을 유도해 네트워크를 활성화한다. SSK 전략 아젠다 중심의 연구 협업 활성화 및 연구자 간 네트워크를 구축하고 유사 아젠다 중심의 연구팀(단)간 연계를 지원하여 융합기반 연구 문화를 조성 및 해당 분야의 연구 시너지를 극대화하고자 한다.

SSK사업은 경쟁과 융합의 특성을 가지며 소형(연구팀)→중형(연구단)→대형(연구센터) 단계적 성장을 통한 아젠다(Agenda) 중심의 공동연구를 추진하는데 다음과 같은 특성이 있다. 첫째, 지속적으로 연차 및 단계평가를 실시하고, 평가에서 탈락된 과제에 연구비를 우수 집단에 증액 배정하여 경쟁

력을 제고시킨다. 둘째, 각 단계 2년 차 연차평가 시 하위 20% 내외, 각 단계 진입을 위한 단계평가 시 하위 50% 내외의 연구팀, 단을 탈락시킨다. 셋째, 학과, 대학 중심의 폐쇄성을 극복하고 학문 분야 간, 대학 간, 국가 간 교류·융합을 촉진하여 개방적 연구 네트워크를 형성한다. 넷째, 연구팀 간 자발적 교류연구 및 융합·소통 지원의 장(場)을 제공하여 자발적 융합을 통한 성장을 유도한다. 또한 SSK사업은 사회문제해결사업(Social Clinic)의 성향과 더불어 기존의 연구와 교육기능 그리고 인력양성과 같은 사회적 기능을 담당하고 있으며 SSK사업의 특성상 연구팀들 간의 지속적인 연구업적 교류 및 융합을 통해 수행되는 경쟁과 융합의 양면적 성격을 보유하고 있다. 특정 아젠다(Agenda)를 중심으로 한 SSK 연구팀들 간의 협동적 연구 형태는 사회적 네트워킹 도구들의 기본 특성을 협업적, 참여적, 상호작용적 속성으로 구분 될 수 있다(Boulos& Wheeler, 2007). 아울러 별도의 성과관리시스템을 통한 협업적 웹 환경시스템은 타 사업과 차별되는 특성이라고 할 수 있다. 각각의 SSK연구팀의 긍정적인 상호의존성 탐구 및 연구노트와 연구 프로세싱의 공유를 통해 개방형 연구를 진행하고 분야 간 칸막이 연구를 극복할 수 있는 계기를 마련한다는 면에서 의의가 있다고 할 수 있다.

부 록 6. R&D 현황 및 단계별 특성

1. 국내·외 R&D 현황

가. 주요국의 R&D 투자 현황⁶⁸⁾

세계 경제의 저성장 기조가 지속되고 있음에도 미국, 일본, 중국 등 과학기술 주요국은 연구개발에 대한 투자를 지속적으로 확대하고 있다. <부표 6-1>는 2010년부터 2014년까지의 주요국 연구개발비 추이를 제시하고 있다. 중국의 경우 정부와 민간부분에서 모두 빠르게 확대되고 있어 다른 국가에 비해 매우 큰 폭으로 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 미국과 중국의 경제 성장률이 각각 3.3%와 12.5%로 유지되고 이와 같은 중국의 연구개발 지원이 지속적으로 이루어진다면 머지않아 중국의 연구개발 투자 규모가 미국을 앞질러 세계 1위를 차지할 것으로 예상된다.

<부표 6-1> 국가별 총 연구개발비 추이(2010-2014)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	연평균 증가율
미국	410,093	428,745	436,078	456,977	-	2.74%
일본	140,607	148,389	152,326	162,347	166,861	2.92%
중국	213,460	247,808	292,063	333,522	368,732	9.34%
EU	308,831	328,622	340,652	354,003	363,048	2.81%
한국	52,173	58,380	64,863	68,052	72,267	5.50%

자료 : OECD MSTI 2015-2 재구성

주요국의 정부 R&D 예산을 살펴보면 미국의 경우 2016년 기준 1,486억 달러로 2015년 대비 8.1% 상승하였으며, 연구단계별로 살펴보면 기초연구가 22.9%, 응용연구가 24.9%, 개발연구가 50.4%를 차지한다. 백악관의 예산관리국(OMB)과 과학기술정책실(OSTP)은 국가적으로 우선순위가 높은 분야를 제시하고 있는데, 청정에너지 기술(clean energy technology), 기후변화연구(climate change research), 첨단제조업(advanced manufacturing), 신경과학(neuroscience), STEM(science, technology, engineering and

68) 2017년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안), 미래창조과학부 (2016)를 참고하여 작성

mathematics) 등이 해당한다.

일본은 GDP 600조엔 달성이라는 아베노믹스 목표를 달성하기 위해 ‘과학기술이노베이션 종합전략 2015’를 기준으로 예산을 편성하였다. ‘과학기술이노베이션 종합전략 2015’는 국내외 과제를 과학기술 이노베이션을 통하여 해결하고 일본의 지속적인 발전을 목표로 하는 것이다. 이를 위해 일본은 2016년 과학기술관련예산을 3조 9,500억엔 규모로 책정하였으며, 이는 2015년 대비 14.4% 확대된 수준이다.

일본의 ‘제5기 과학기술 기본계획(2016~2020)’은 3가지 중점 분야를 제시하였는데, 여기에는 미래산업 창조 및 사회변혁을 위한 도전, 지역 활성화에 기여하는 과학기술 이노베이션 추진, 2020년 도쿄 올림픽을 위한 과학기술 이노베이션 추진이 해당한다. 그리고 과학기술 혁신 창출을 위한 2가지 정책분야도 제시하였는데, 여기에는 이노베이션 연쇄를 일으키는 환경정비⁶⁹⁾, 경제·사회적 과제 해결을 위한 대책마련⁷⁰⁾이 해당한다.

중국은 2020년까지 ‘소강(小康) 사회(여유로운 경제생활을 누리는 사회)’를 건설하자는 목표를 실현하기 위해 제정된 ‘13차 5개년 계획(2016~2020)’을 통해 목표 성장률 발표없이 중고속 성장 유지 방침을 발표하는 중·고속 성장유지에 중점을 두고 있다. 또한 신성장산업, 지역 균형발전 등 민생 향상에 중점을 두고, 혁신과 개방을 강조하는 정책을 유지하고 있는데, 특히 정부주도로 차세대 정보통신, 신에너지, 신소재, 항공우주, 바이오 의약과 같은 선도·기초·공익·공통기반기술 등의 공공 과학기술활동에 대한 지원에 집중한다.

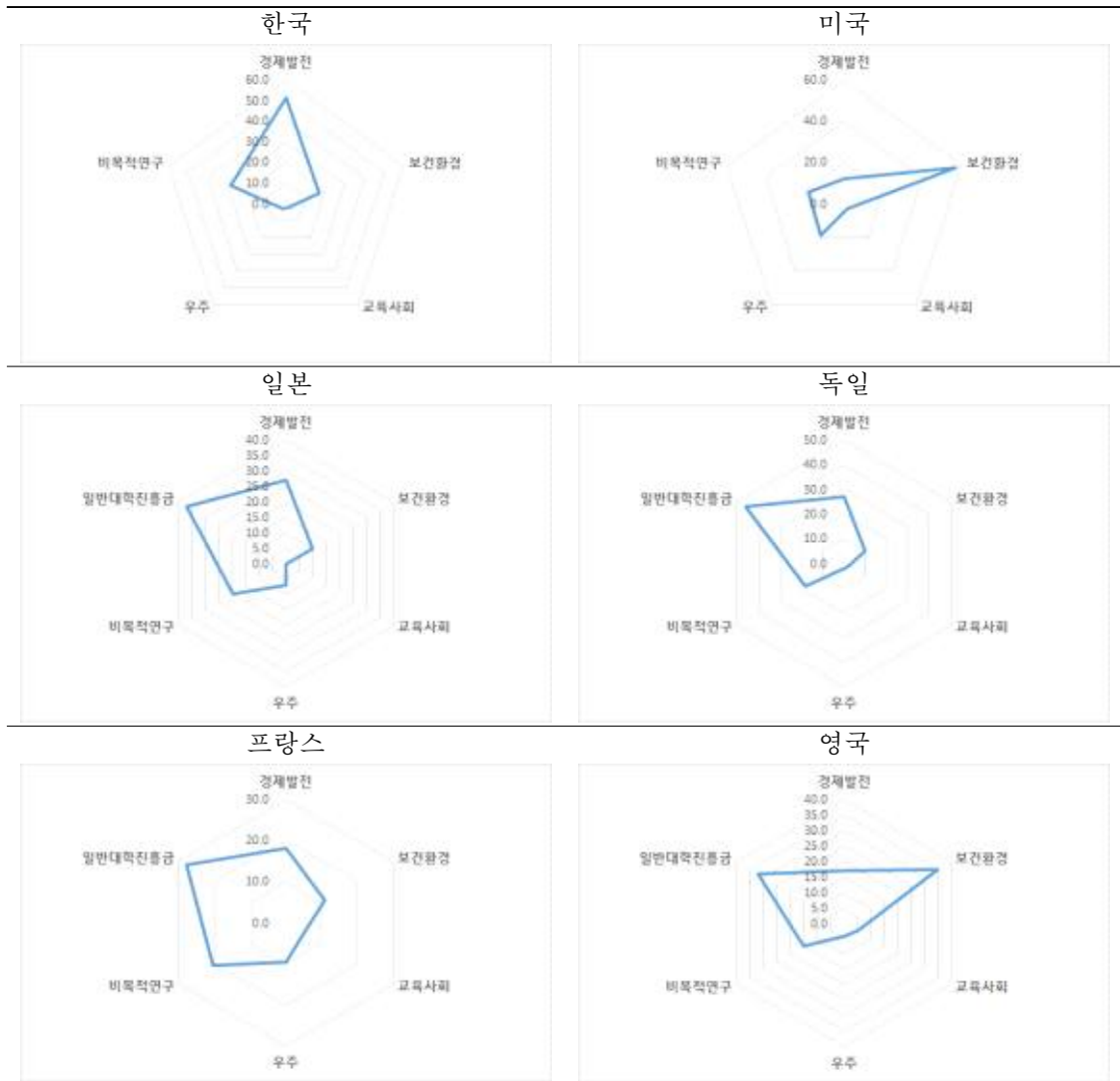
EU의 경우 ‘Horizon 2020’을 통해 고용·성장, 기후변화, 산업경쟁력 강화 등의 분야를 지원하며, 특히 테러방지, 난민 문제, 새롭게 등장하는 질병 등의 시급한 사회적 이슈해결을 위한 연구개발에 예산을 투입하며 2016년을 기준으로 한 ‘Horizon 2020’예산은 70.6억 유로이다.

[부그림 6-1]은 우리나라를 포함한 주요국의 경제사회목적별 정부 연구개발 예산현황을 제시하고 있다. 우리나라의 경우 경제발전에 초점을 맞추고 있는 반면 미국과 영국은 보건환경분야, 일본, 독일, 프랑스는 일반대학진흥 부분에 주된 투자가 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있다.

69) 인재육성, 기초연구 역량강화, 대학개혁 등

70) 청정 에너지 시스템 실현, 건강장수사회 실현, 차세대 인프라 구축, IoT·빅데이터를 통한 신사업 육성 등

[부그림 6-1] 주요국의 경제사회목적별 정부 연구개발 예산현황



자료 : OECD MSTI 2015-1 재구성

나. 국내 R&D 현황

우리나라는 경제여건의 악화로 정부 예산 증가율이 급감하고 복지, 인프라 등의 재정 수요 증가하고 있다. 더욱이 2014년 기준 GDP 대비 R&D 투자비율은 4.29%로 세계 최고 수준이며, 절대적인 수치는 605억 달러로 미국, 중국, 일본, 독일, 프랑스 다음으로 가장 높은 세계 6위이다. 따라서 국가

R&D의 절대 규모 및 GDP 대비 투자 수준이 세계 최고 수준에 달하고 있다.

[부그림 6-2] 2014년 GDP 대비 R&D 투자비중

자료: 우리나라 과학기술 주요지표 한눈에 보기, KISTEP

[부그림 6-3] 2014년 R&D 투자규모

주 : 미국의 경우 2013년 기준의 투자규모임

자료: 우리나라 과학기술 주요지표 한눈에 보기, KISTEP

<부표 6-2>는 2010년부터 2014년까지 우리나라의 총 연구개발비와 GDP 대비 연구개발비 비중의 추이를 제시하고 있다. 우리나라는 2010년 43.9조원에서 2014년 63.7조원으로 연평균 9.75%의 증가율을 보이고 있다. 국내 연구개발비의 재원 중 외국재원의 비중은 연도별 약간의 차이가 존재하나 2014년 기준으로 0.7%인 점을 고려했을 때 우리나라의 연구개발비는 정부와 민간부분으로 구성되어 있음을 알 수 있다. <부표 6-3>은 우리나라 총 연구개발비의 연도별 정부와 민간의 재원비중을 제시하고 있다. 정부와 민간의 비중은 24%와 74% 정도로 민간의 비중이 더 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 2004년부터 2008년까지 정부의 재원비중은 증가하는 추세를 보이고 있었으나 2008년 금융위기 이후 세계 경제의 불황에 따른 정부의 재정 여건악화로 인해 2009년 이후 정부의 비중은 지속적으로 감소하고 있는 것으로 보인다.

<부표 6-2> 우리나라 총 연구개발비 및 GDP 대비 연구개발비 비중 추이(2010-2014)

자료 : 미래부, 한국과학기술평가원, 연구개발활동조사, 각년도 / 한국은행

<부표 6-3> 우리나라 총 연구개발비의 연도별 정부·공공재원 및 민간재원 비중 (2004-2014)

자료 : 미래부, 한국과학기술기획평가원, 연구개발활동조사, 각년도 / 한국은행

우리나라의 과학기술경쟁력(IMD, 2015)과 혁신역량지표(Global Innovation Index)는 각각 2013년 7위와 18위에서 2015년 6위와 14위로 향상되어왔으며 이는 논문과 특허의 양적·질적 개선이 이루어지고 있는 것을 통해 확인할 수 있다. [부그림 6-4]은 우리나라의 과학기술논문(SCI) 발표

수 및 세계 점유율을 제시하고 있다. 이를 통해 우리나라 연구개발 분야의 양적 성장을 살펴보면 논문 수는 2010년 약 42편에서 2014년 약 55편으로 지속적으로 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다. 세계 점유율은 질적 측면의 성장을 나타내는 지표 또한 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. 그 외에도 <부표 6-4>의 5년 주기별 논문 1편당 평균 피인용 횟수를 살펴보면 2005-2009년 3.76번에서 지속적으로 증가해 2010-2014년 4.86번에 달하는 것을 확인할 수 있다. 이는 주요 선진국인 미국과 일본의 피인용 횟수인 7번과 5번 보다 낮은 수치이고 세계 총 평균인 5번보다도 낮은 수치이나 지속적으로 증가하고 있어 연구의 질적 개선이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

[부그림 6-4] 과학기술논문(SCI) 발표 수 및 세계 점유율

자료 : 미래부, 한국과학기술평가원, 2015 과학기술통계백서(2016)

<부표 6-4> 주요국 5년 주기별 논문 1편당 평균 피인용횟수

구분	2005-20 09	2006-20 10	2007-20 11	2008-20 12	2009-20 13	2010-20 14
한국						
미국						
일본						
세계 총 평균						

자료 : 미래부, 한국과학기술기획평가원, 2015과학기술통계백서(2016)

다. 기초·원천기술 투자 동향⁷¹⁾

연구개발에는 단계가 있으며 기초연구, 응용연구, 개발연구로 구분할 수 있다. 이중 특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않고, 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 지식을 획득하기 위하여 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구를 말하는 기초연구에 대한 동향을 살펴보고자 한다.

우리나라의 기초연구 투자금액은 2010년 49,910억 원에서 2014년 112,426억 원으로 125% 상승하였으며, 그 비중도 2010년 11.3%에서 2014년 17.6%로 상승하였으나 연구개발단계 중 가장 작은 비중을 차지하고 있다.

[부그림 6-5] 연구개발단계별 연구개발비 추이

자료: 국가과학기술지식정보서비스 통계(www.ntis.go.kr)

우리나라의 기초 연구개발비 비중은 25.3%인 프랑스, 19%인 미국 보다는 낮지만, 12.1%인 일본 8.9%인 영국, 4.7%인 중국보다는 높은 수준으로 나타난다.

[부그림 6-6] 주요국 연구개발단계별 연구개발비 비중

71) 2017년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안), 미래창조과학부 (2016) 참고하여 작성

자료: 기초·원천연구 투자의 성과 및 경제적 효과분석(과학기술정책연구원, 2014)

‘기초연구 및 원천연구비 비중산정 매뉴얼’에 따른 기초R&D 비용 중 산정 대상 사업에 대한 투자현황 분석을 기준으로 살펴보면 2014년 341개 사업이 기초R&D에 해당하며 이는 12조원 규모이다. 이에 대한 우리나라 정부의 기초R&D투자는 2010년 2조9,592억 원에서 2012년 3조 7432억 원, 2014년 기준 4조 4,528억 원으로 꾸준히 증가하는 추세이다. 그리고 전체 R&D 예산에서 차지하는 비중도 2010년 29.2%에서 2012년 33.8%, 2014년 36.3%로 증가하였다.

[부그림 6-7] 기초R&D에 대한 정부 R&D투자

자료: 2017년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안), 미래창조과학부 (2016)

[부그림 6-8] 전체예산 중 기초R&D예산비중

자료: 2017년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안), 미래창조과학부 (2016)

기초R&D에는 연구개발과제를 선정하여 그 연구개발비의 정부 또는 일부를 지원하는 순수연구개발 사업과 연구거점, 연구기반조성 등 기초연구비 산정대상과 비산정대상 연구과제가 혼합되어 있는 사업인 복합활동 사업, 연구기관지원, 국립대학교원인건비 등이 포함된다. 이에 대한 예산비중을 세부적으로 살펴보면 2014년을 기준으로 순수연구개발 사업이 45.7%로 가장 큰 비중을 차지하며 연구기관지원이 40.1%, 복합활동사업이 10.4%, 국립대학교원 인건비가 3.8%이다.

세부분야별 기초R&D 예산의 2010년 대비 2014년 증가율은 연구기관지원이 68.6%로 가장 크며 복합활동사업이 63.1%, 순수연구개발사업이 38.3%, 국립대학교원 인건비가 16.8%이다.

[부그림 6-9] 기초R&D 세부분야별 예산 규모

자료: 2017년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안), 미래창조과학부 (2016)

기초R&D분야에 대한 성과는 과학적 성과와 기술적 성과로 나누어 볼 수 있는데, 과학적 성과지표를 나타내는 SCI논문은 기초R&D분야에서 16,942건으로 전체 정부R&D 논문 성과가 35,330건 중 48%를 차지한다. 기술적 성과를 나타내는 특허 등록수는 국내등록의 경우 2010년 633건에서 2014년 2,622건으로 해외등록의 경우 2010년 104건에서 2014년 304건으로 크게 증가하였다. 그 질적 수준도 분석결과(Smart분석⁷²⁾) BB등급 이상의 비중이 정부 R&D 사업이 56.2%이고, 기초R&D 분야가 62.0%인 것을 고려하면 높은 편이다.

하지만 기초R&D예산의 세부분야별 비중증가율이 연구자의 직접적인 체감도가 낮은 연구기관지원과 복합활동사업이 높은 편인데, 이를 연구자의 직접적인 체감도가 높은 순수연구개발사업에 보다 많은 투자를 하는 시스템으로 전환할 필요가 있다.

72) 특허청이 제공하는 특허분석평가시스템

부 록 7. 회의록

일시장소: 2016년 7월 14일, 한국연구재단 서울청사 3층 회의실

회의제목: R&D Public-Private Partnerships

주요발표자: 이xx, 간xx

<회의내용>

	의견
A	<ul style="list-style-type: none"> • PPPs 유형 소개(재단법인형 PPPs, 사단법인형 PPPs, 인센티브형 PPPs) 및 기술분야별 PPPs유형 제안 • Best player를 선정할 수 있는 메커니즘을 만들어야 하며, Best player를 외국에서 초빙할 수 있게끔 해야함
의견 1	<ul style="list-style-type: none"> • 국가예산융합사업단 사례 추가 (화연/에트리 비교, 화연은 R&D관리와 프로젝트관리를 이원화하고 있음) • PPPs 유형별 장점 및 단점과 유형별 사례를 설명할 필요 있음
의견 2	<ul style="list-style-type: none"> • 대형사업의 필요성을 추가할 필요 • 지능정보기술정보원의 사례 추가
의견 3	<ul style="list-style-type: none"> • 대형사업이라는 이름을 사용할 필요성
B	<ul style="list-style-type: none"> • R&D 패러다임의 변화 • 추가로 발굴할 수 있는 분야: 식량, 물, 실버테크놀로지
의견 1	<ul style="list-style-type: none"> • ‘응용기초및개발’의 포지셔닝이 필요

C	<ul style="list-style-type: none"> • 미국과 유럽은 미래지향적이고 혁신의 껍을 크게 하는 기술에 투자하는 추세를 보임 • 미래유망기술 : 바이오프린팅/ 파생세포기술/ 신체증강기술 / 의료용가상현실/ 소프트웨어러벌디바이스/ 차량경량화소재기술/ 사람인터넷/ 차세대통신기술/ 사이버보완/ 카멜레온소재/ 극한소재 • 데이터 분석결과 위험성이 높지만 잠재력이 높다고 평가되는 기술은 시장이라는 개념이 필요 없는 기술임 • R&D에 대한 가치가 달라졌음
의견 1	<ul style="list-style-type: none"> • 미래부의 입장에서 고려할 수 있는 기술을 선별할 필요

일시장소: 2016년 11월 11일, 한국연구재단 서울청사 3층 회의실

주요발표자: 성xx, 박xx

<회의내용>

프로그램 단위로 새로운 사업을 기획하는 것에 대한 논의

- 미래부가 출범하고 나서 프로그램 단위로 새로운 사업을 기획한 경험은 없음
- 2015년부터 발굴중인 미래유망기술(현재 약 30여개 후보)을 어떤 형태로 담아서 사업을 진행해야 하는 것인가에 대한 고민이 진행 중임
- 최근 대두되고 있는 4차 산업혁명의 관점에서 R&D 관련 투자에 대한 새로운 접근 방법이 필요함

현재 시행중인 IBS와의 목표 중복 가능성이 존재함

- 기초, 원천 영역에서 신규 프로그램을 진행하는 것은 반발이 예상됨
- 제품화 단계에서는 4차 산업혁명 시대가 유발하는 불확실성에 대한 고민까지 포함되어야 함

최근 정책 방향 결정과정에서 나타나는 변화에 대한 논의

- 기초, 응용, 개발이라는 단계 구분에 대한 경계도 무너뜨려야 하는 상황임
 - 과거 정부 정책 관련 의사결정은 과거에는 담당 국장 등 정부가 주체가 되어 진행하였지만, 최근에는 R&D 개발을 포함한 정책 관련 의사결정에서 산업 현장의 다양한 요구가 많이 반영되고 있음
- 위와 같은 환경의 변화에 걸맞는 새로운 R&D 개발 프로그램 구상이 필요함
- 회의에서 논의된 PPPs(Public-Private Partnerships)의 형태뿐만 아니라 다양한 형태의 R&D 지원사업을 고려해볼 필요가 있음
- 환경변화 때문에 국가 주도 대형사업을 새로 만드는 것에 큰 어려움이 존재함
- EU에서 도입하고 있는 PPPs를 도입하는 것도 하나의 방법이 될 수 있으나, 한국에 적용하는 것은 쉽지 않을것으로 보임
 - 민간분야의 참여를 촉진시키기 위한 전략 및 대비가 필요함
 - 주제를 어떻게 정하는 지에 따라 민간의 참여도가 바뀔 것임
- R&D 투자에 대한 기업의 반응
- 현재 각 기업마다 연구개발을 위한 연구소나 CTO가 존재하지만 그들의 역할이 미미한 것은 사실임
 - 기업이 연구 개발 과정에서 나타나는 risk-taking을 하지 않으려고 함
 - 소극적인 민간의 참여를 유도할 수 있는 새로운 방법이 필요함
- 새로운 형태의 R&D 조직과 관련된 문제점
- 연구조합을 만들어서 연구개발에 참여하는 경우에도 여러 가지 정책적 문제를 포함하고 있음
 - 연구조합의 경우 해체하게 되면 조합의 잔여 재산이 민법상 국고에 귀속되게 되어있음
 - 조합을 민간 기업에 매각하는 것도 법적으로 불가능함

- 새로운 형태의 조직을 도입하는 과정에서 법률 및 규제에 대한 구체적인 해석이 필요함

□ 과거 경험과 연관된 R&D 패러다임 변화

- 1992년에 만들어진 G7, 그 후 진행된 프론티어 사업 등과 특별히 다른 새로운 사업이 만들어지지 않고 있음
- 현재까지 진행되어온 사업들은 기존사업을 조금씩 수정하여 진행되고 있기 때문에 새로운 패러다임의 전환이 필요한 시점임
- 새로운 형태의 국가사업은 Mission-base로 진행되어야 하며, 정부의 R&D는 점점 Small r, Large d의 형태가 되어야 함
- 기초연구는 IBS와 중복되는 문제가 있더라도 지원해주고, 나머지 분야는 목적 지향적으로 접근해야 함
- 현재 사업단의 결과물이 실질적인 목표달성을 이루지 못하고 있는 현실이고, 정부 R&D 사업이 지나치게 정부 의존적으로 이루어지고 있기 때문에 민간분야의 참여 확대가 시급함
- 사업 분야가 지나치게 중복되어있고, 주제자체도 명확하지 못한 문제가 있음

□ PPPs 및 새로운 형태의 R&D 지원 프로그램을 도입하는 것에 대한 논의

- 현재 미래부에서 검토 중인 30여개 미래유망 사업에 한정하여 PPPs 형태를 적용해 보는 것도 하나의 방법이 될것임
- 사업단장에게 유한책임을 묻는 현재의 방법을 개선하여, 사업단장이 사업과 관련하여 무한책임을 지고, 정부 또한 예산관리분야에서 책임을 지는 방법을 도입해야함
- 향후 진행하는 R&D 지원사업에 참여자가 많아야 하는 것이 아닌가라는 고민이 됨
- 한 프로그램이 끝나고 새로운 과제를 기획하는 시점이라면 새로운 시도를 해야 할 필요가 있음

□ 제4차 산업혁명과 관련된 논의

- 4차 산업혁명이 화두로 떠오르면서 조직의 유연성이 강조되고 있음

- 과거에 논의되었던 top-down, bottom-up 개념보다는 최근에는 중간영역에서 유연성을 강조하는 middle-up/down 개념이 나오고 있음
- 다품종 대규모생산이라는 새로운 개념이 나타남

□ 새로운 R&D지원사업 도입의 당위성에 대한 논의

- ① 4차 산업혁명의 키워드가 유연성이기 때문에 이에 맞는 유연한 방식이 도입되어야 함
- ② 수요자 중심의 새로운 지원 방식의 필요성이 대두됨
- 이 과정에서 PPPs를 도입한다면 Public-private이 아니라 private-public이라는 새로운 개념의 한국형 PPPs를 만드는 것도 고려할 필요가 있음

□ Service R&D에 대한 논의

- 과거 제품 개발, 기술 개발 등에 적용되었던 R&D 개념이 변화하여 최근 business model을 기반으로 기존에 나와 있는 기술들을 어떻게 적용해나가는가에 대한 문제를 community에 기반하여 해결하려는 시도가 나타나고 있음
- community에서 요구하는 것들을 해소해나가는 관점에서 접근하는 방법도 고려해야할 시점임

부 록 8. 경제성 분석 참고

가. 투입-산출 모형에 대한 개관

- 투입-산출(Input-Output) 모형은 산업연관표를 이용하여 경제구조 분석 및 각종 정책효과 분석에 이용되는 경제모형임
 - 산업연관표는 국민경제를 여러 산업 부문으로 나누어 일정기간 동안 각 부문간에 거래된 재화와 서비스의 흐름, 각 부문에서의 노동, 자본 등 생산요소의 투입, 그리고 각 부문 생산물의 소비, 투자, 수출 등 최종수요에 따른 판매를 일목요연하게 기록한 실물경제의 종합적인 통계 표임

<부 표 8-1> 우리나라 산업연관표(2007년)

- 1930년대 초 레온티에프(W. W. Leontief) 교수가 처음으로 작성 발표하였는데 국민경제의 공급 및 수요구조, 산업구조는 물론 중간투입을 이용한 생산기술의 변동 등을 파악할 수 있어 경제계획의 수립이나 각종 산업정책, 고용 및 물가정책 등에 널리 활용됨
 - 우리나라에서는 한국은행이 1960년 산업연관표를 처음 작성한 이후 2008년 산업연관표에 이르기까지 모두 24차례에 걸쳐 산업연관표를 작성·발표하였으며 128개 산업 분류까지는 한국은행 경제통계시스템 (<http://ecos.bok.or.kr/>)에서 쉽게 다운로드 받을 수 있음
- 산업연관표의 구조를 살펴보면 세로 방향은 생산물의 비용구성, 즉 투입 구조를 나타내며 가로 방향은 생산물이 어떤 부문에 얼마나 팔렸는가, 즉 배분구조를 나타냄

- 세로 방향은 특정 산업이 생산 활동을 위해 자기 산업 및 타 산업에서 생산된 중간재와 본원적 생산요소인 부가가치를 얼마만큼 구입하였는지를 나타냄
- 가로 방향은 특정 산업의 산출에 해외 수입을 합한 총공급량이 자기 산업 및 타 산업으로 얼마만큼 중간수요로 판매되고 소비, 투자, 수출 등과 같은 최종수요로 얼마만큼 판매되었는지를 나타냄

<부 표 8-2> 산업연관표의 기본 구조

		내생부문			외생부문			수입 (공제)	총산출액
		산업1	...	산업n	소비	투자	수출		
내생 부문	산업1	X_{11}	투 입 구 조 ↓	X_{1n}	C_1	I_1	E_1	M_1	X_1
	⋮			배 분 구 조 →					
	산업n	X_{n1}		X_{nn}	C_n	I_n	E_n	M_n	X_n
외생 부문	비용자보수	R_1		R_n					
	영업잉여	S_1	S_n						
	고정자본소모	D_1	D_n						
	순생산세	T_1	T_n						
총투입액		X_1		X_n					

- 투입-산출 모형을 이용하여 특정 산업의 최종수요 1단위 증가가 전체 산업에 미치는 파급효과를 분석하기 위해서는 먼저 각 산업의 생산물 1단위를 생산하는데 필요한 중간재 및 생산요소의 투입 비중을 나타내는 투입계수를 기초로 각종 유발계수를 산출하여야 함⁷³⁾
- 생산유발계수는 특정 산업에서 소비, 투자, 수출 등과 같은 최종수요가 1단위 증가할 때 각 산업에서 직간접적으로 유발되는 생산액 수준을 나타냄

73) 실제로 연구자가 산업연관표를 이용하여 투입계수 및 유발계수를 직접 계산할 필요는 없고 한국은행 경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr/>)에서 엑셀 파일로 쉽게 구할 수 있음

- 예를 들어 아래의 <표 VI-7>에 나타난 생산유발계수를 이용하면 제조업 제품에 대한 최종수요가 1단위 증가하면 이를 충족하기 위해 농림어업에서 0.06단위, 광업에서 0.17단위, 제조업에서 2.14단위 등 각 산업에서 생산이 직간접적으로 유발되어 산업 전체로는 생산이 3.19단위 늘어남

<부 표 8-3> 우리나라의 생산유발계수(2007년)

- 생산유발계수 이외에 어떤 산업의 최종수요가 1단위 증가할 경우 각 산업에서 직간접적으로 유발되는 부가가치를 나타내는 부가가치유발계수 및 어떤 산업의 최종수요가 일정 금액(보통 10억원) 증가할 경우 각 산업에서 직간접적으로 유발되는 고용자수를 나타내는 고용유발계수 등이 있음
 - 이들 부가가치유발계수 및 고용유발계수를 이용하여 생산유발계수와 동일한 방식으로 특정 산업의 최종수요가 1단위 증가할 때 산업 전체로는 부가가치 및 고용이 얼마나 늘어나는지를 계산할 수 있음
- 투입-산출 모형이 정책효과 분석에 유용한 것은 사실이지만 모형 자체가 갖는 특성으로 인해 다음과 같은 한계점이 있으므로 분석 결과를 해석할 때 유의할 필요가 있음
- 산업연관표에서는 투입계수의 안정성을 확보하기 위해 생산물이 동질

적이고 규모의 경제가 존재하지 않는다는 가정을 하고 있는데 이는 현실과 다소 괴리가 있음

- 투입-산출 모형에서는 계산된 정책효과는 생산요소에 대한 제약이 없다는 가정하에서 계산된 것으로 구축효과를 반영하지 못하는 문제점이 있으므로 계산된 정책효과의 크기는 정책이 가져올 수 있는 효과의 최대값으로 해석하는 것이 바람직함

나. 성장회계법을 이용한 기술진보율 추정

- 솔로우 성장모형 및 내생적 성장모형 등 대부분의 경제성장 이론에서는 아래와 같은 총생산함수를 이용하여 산출량의 장기적인 변화를 설명하고 있음

$$Y_t = A_t F(L_t, K_t)$$

- 여기서 Y_t 는 산출량, A_t 는 기술수준, L_t 와 K_t 는 각각 노동투입량과 자본투입량을 나타냄
- 총생산함수가 규모에 대한 수확불변의 특성을 가지는 콥-더글라스 함수 형태를 가진다고 가정할 경우 총생산함수는 다음과 같이 쓸 수 있음

$$Y_t = A_t L_t^\alpha K_t^{1-\alpha}$$

- 여기서 $0 < \alpha < 1$ 는 노동과 자본의 한계생산성을 결정하는 계수로 노동소득분배율과 일치함
- 생산함수의 양변에 로그를 취한 다음 시간에 대해 미분하면 아래와 같은

증가율간의 관계를 나타내는 식을 도출할 수 있음

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + \alpha \frac{\dot{L}_t}{L_t} + (1-\alpha) \frac{\dot{K}_t}{K_t}$$

○ 여기서 $\dot{X}_t = \frac{dX_t}{dt}$ 는 변수 X_t 의 시간 t 에 대한 미분을 나타냄

□ 위의 식을 이용하면 기술진보율은 산출량 증가율에서 노동투입량 증가율과 자본투입량 증가율을 노동소득분배율과 자본소득분배율을 가중치로 한 가중평균을 빼서 계산할 수 있는데 이렇게 계산된 기술진보율을 솔로우 잔차라고 함

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \left(\alpha \frac{\dot{L}_t}{L_t} + (1-\alpha) \frac{\dot{K}_t}{K_t} \right)$$

○ 식을 좀 더 변형하면 기술진보율을 1인당 산출량 증가율에서 자본소득분배율과 1인당 자본투입량 증가율의 곱을 뺀 것으로 볼 수도 있음

$$\begin{aligned} \frac{\dot{A}_t}{A_t} &= \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \alpha \frac{\dot{L}_t}{L_t} - (1-\alpha) \frac{\dot{K}_t}{K_t} \\ &= \left(\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \right) - (1-\alpha) \left(\frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \right) \end{aligned}$$

□ 구체적으로 솔로우 잔차를 계산하기 위해서는 산출량, 노동투입량, 자본투입량 및 노동소득분배율에 대한 통계자료가 필요함

○ 산출량, 노동투입량 및 노동소득분배율 자료는 비교적 쉽게 구할 수 있는데 각각 국민계정의 실질 GDP, 경제활동인구조사의 취업자수 및 국민계정의 노동소득분배율 자료를 이용하였음

- 위의 식에서는 노동소득분배율을 나타내는 계수 α 가 고정된 것으로 표시되어 있으나 솔로우 잔차를 추정하는 대부분의 연구에서 시간에 따라 변하는 실제 노동소득분배율 자료를 이용하고 있음
- 이에 반해 자본투입량은 우리나라의 경우 아직까지 공식적인 통계가 발표되지 않고 있는데 여기서는 한국은행에서 추계하여 2014년 발표 예정인 국부통계 중 연쇄라스파이레스 지수를 이용하여 계산한 자본서비스 물량지수를 이용하였음
- 지금까지 대부분의 연구에서는 표학길(2007) 등 연구 논문에서 추정한 자본소득 자료를 이용하였는데 자료의 신뢰도 측면에서 한국은행 자료가 더 우수한 것으로 기대됨